Н. К. З. Б.
Белорусский Государственный Институт Сельск. и Лесн. Хозяйства.

Труды Машиноиспытательной Станции.

Выпуск 4.

Проф. С. И. Яржемский.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ТРАКТОРОВ FORDSON и INTERNATIONAL 10—20.

Отдельный оттиск из записок Бел. Гос. Ин. С. и Л. Х. за 1925 год, вып. 7.

Изд. Белорусского Государственного Института Сельск. и Лесн. Хозяйства.
МИНСК—1925 г.

Н. К. З. Б.

Белорусский Государственный Институт Сельск. и Лесн. Хозяйства.

Труды Машиноиспытательной Станции.

Выпуск 4.

Проф. С. И. Яржемский.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ ТРАКТОРОВ FORDSON и INTERNATIONAL 10—20.

Отдельный оттиск из записок Бел. Гос. Ин. С. и Л. Х. за 1925 год.



Изд. Белорусского Государственного Института Сельск. и Лесн. Хозяйства.
МИНСК—1925 г.



Результаты испытаний тракторов

Fordson 10—20 и International 10—20.

(Из работ Машиноиспытательной станции.

„Greig первым признал старые тяжелые тракторы, пионеры Канады, неудовлетворительными и не отвечающими нуждам фермера; он же составил программы конкурсов в Winnipeg'е и дал толчек к постепенному переходу к более легкому трактору, более дешевому и более доступному среднему хозяину, применяемому на культурных полях и действительно могущему заменить упряжных животных. В своем третьем отчете, излагающем результаты третьего конкурса (1910 г.) Greig сравнивал со своим идеалом результаты, достигнутые на деле и имел смелость признать, что идеал далеко не был осуществлен, хотя бы и был создан нефтяной трактор".

„Это наследство Greig'а было учтено также в Калифорнии, Франции и Германии, следовательно, в трех высоко-земледельческих странах, где поняли, что нужно сделать сцепление (захватывание) как можно менее зависящим от веса, что бы дойти, наконец, до легкой машины, осуществимой только в мечтах" *).

Автомобильная техника, в результате упорной 30-ти летней конструктивной работы, наконец, построила мотор, обладающий на ряду с легкостью и изяществом конструктивных форм, достаточной мощностью и надежностью. Но рискнет ли мотор, при таком облегчении его веса, пойти по неприготовленному пути? Возможно ли подыскать устройство колесного хода, которое могло-бы заменить пневматические шины и в то же время могло бы дать достаточно надежное сцепление? Лошадь прекрасно приспособлена к перетаскиванию собственного веса и нога в этом отношении при всех своих недостатках все же не дурной механизм. Сможет ли и колесо к тому же при необходимости значительного увеличения тяговой мощности дать достаточно рациональную и достаточно надежную конструкцию?

В этом то и должно заключаться решение основной проблемы мотокультурного хозяйства. Почва обладает слишком малым сцеплением и в противоположность стали зубчатых колес, ее сопротивление тяге и поверхностному зацеплению весьма слабо.

---

*) См. К. Мейенбурга „Коэффициент полезного действия земледельческого трактора" 1913 г. Доклад на международном конгрессе сельского-хозяйства в Генте.

К сожалению, в практике современного тракторoиспытания, несмотря на достаточно обширную литературу по этому вопросу, больше внимания уделяется описанию тракторных конструкций, оставляя както в стороне изучение процессов надежности работы колесного хода и всех тех вопросов, которые неизбежно с ними связаны и которые, главным образом, и должны приковывать внимание исследователя.

Поэтому вопросам освещения перспективных возможностей трактопользования условия рыхлых и мягких, весьма слабых в структуре почв западного Белорусского края, должны придать особую, яркую и характерную окраску, а выявление технических возможностей применения машин мотокультуры может особо подчеркнуть ряд некоторых, весьма своеобразных особенностей и натолкнуть на построение некоторых теоретических предпосылок, могущих иметь значение в разрешении основных проблем мотокультуры.

В связи с практическим характером испытаний мы не могли задаваться целью детальной разработки теоретических основ—опыты в этом отношении могут носить лишь ориентировочный характер. Скромной роли подойти вплотную к уяснению некоторых вопросов теоретического характера и наметить некоторые пути их разрешения хотели мы параллельно приведенным ниже результатам испытаний уделить несколько строк. Постановке же более детальных опытов как в направлении разработки методики испытаний, так и изучению некоторых теоретических вопросов, затронутых в изложении ниже, станция намерена посвятить ряд специально-оборудованных исследований.

В испытаниях и публичных демонстрациях 1924 г. участвовали: трактор Fordson 10—20 лош. сил фирмы „Ford Motor Company“ Detroit Michigan U. S. A. с 2-х лемешным, плугом Oliver 14“, трактор International 10—20, заводов M. Cormicka u Deering'a с 2-х лемешным плугам I. H. C. и трактор Holamo 20 HP, постройки Венского арсенала (Австрия).

На типах Fordson u International станция остановилась ввиду особых преимуществ, связанных со значительным облегчением их веса.

Из ряда соображений, приведенных выше, и положенных в основание построения программ испытаний, наряду с постановкой вопросов, связанных с облегчением веса, а потому и наличием меньших надежностей колесного хода, казалось особо необходимой вариация по возможности полная местных почвенных условий с изменением почвенной среды от легкой супеси в перепашке до торфяного болота. Так испытания тягой производились на полях учебных ферм И-та по трехлетнему клеверному пласту (по лесовидным суглинкам), а так же на супесях (в перепашке и десятилетней залежи) и дренированном болоте Минской Опытной Болотной станции.

В постановке испытаний, считая вопросы надежности сцепления ходовых колес и наблюдения за работой колесного хода вопросами основного порядка, стоящими наряду с вопросами изучения степени механической и тепловой рентабельности,

при построении программ испытаний, мы считали возможным ограничить полевые испытания наблюдениями за вспашкой, как работой наиболее типичной,—испытание же в тяге других машин (работа по бороньбе, посеву, уборке и т. п.) казалось возможным опустить, считая эти вопросы вопросами второго порядка, сводящимися лишь к умелому выполнению запряжки и рациональному выбору тягового инвентаря; по той же причине стационарное испытание ограничено тормазным испытанием с постановкой тормозных колодок Прони.

К сожалению мы не располагали приборами, позволяющими произвести детальный учет характера работы самих моторов с исследованием теплового баланса и коэффициента полезного действия машин, а так же не могли произвести детальное испытание приборов питания и зажигания.

Отсутствие возможностей производства металлографических исследований составляет так-же известный пробел. Однако в отчете все-же подчеркнуты некоторые, быть может недостаточно об'ективные, но все же достаточно ясно выраженные моменты недостаточно внимательного отношения к конструкции и техническим подсчетам на прочность, явившиеся, повидимому, результатом чрезмерного увлечения современными автомобильными конструкциями и следствием перенесения некоторых приемов конструкторской практики автомобилизма на постройку сельско-хозяйственных тракторов, машин в своем устройстве весьма своеобразных и в эксплоатации поставленных в совершенно отличные условия. Следует особо подчеркнуть, что недостаточная надежность в крепости конструкции, быстрое срабатывание рабочих деталей в условиях ремонтных возможностей нашего хозяйства не менее важный дефект, чем недостатки колесного устройства.

Испытания происходили на полях Минской Болотной Опытной Станции и учебных совхозов Б. Г. И. С. и Л. Х. Лошица-Затишье и Прилуки-Атолино.

В постановке опытов и регистрации наблюдений принимали участие ассистенты станции Зах. Мих. Яшин и А. Я. Васильев, техническая сторона была выполнена студентами практикантами И. О. Тихомировым и А. М. Можейко.

Fordson.

(Некоторые общие замечания).

Тип легкого безрамного четырехколесного трактора, имеющего наименьший вес среди всех известных конструкций той-же мощности. (Постройки заводов „Ford Motor, Company“ в Detroit штата Michigan U. S. A.).

Оборудован 4-х цилиндровым 4-тактным 20-ти сильным мотором с отливкой цилиндров и верхних опор 3-х опорного коленчатого вала в одном блоке. Рабочий об'ем цилиндра 251,3 куб. фут., размеры цилиндров 4″×5″. Двигатель работает на керосине. Пуск в ход на бензине.

Применение корбюратора Holley, зажигание Magnetto низкого напряжения Ford с индукционными катушками и свечи, охлаждение термосифоном, поплавковый воздухоочиститель упрощенного типа, применение смазки разбрызгиванием без циркуляции, - наряду с облегчением всей конструкции—должны особо подчеркивать наличие значительных упрощений в конструкции. Поэтому, хотя трактор Fordson и изготовляется в наилучших технических условиях, конструкция его может на практике оказаться слабой и ненадежной, особенно в плохих условиях климата или формы поверхности. Упрощение системы смазки может значительно отзываться на работе в холмистой местности.

В устройстве передач—автомобильная коробка скоростей с 3-мя скоростями переднего хода и одним задним; передача на шкив стационарной работы коническими шестеренками; на вал дифференциала—червячная. Кстати следует заметить, что ни один трактор с червячной передачей не провел в работе достаточного числа лет, чтобы можно было говорить о ее технической пригодности, а наличие самой червячной передачи пока еще является новостью в конструкции современных машин.

Передок и управление автомобильного типа.

Общий вес трактора в работе с запасом горючего и воды, а так-же и весом механика 88 пудов, из коих на передок 32 пуд. и на задний скат 56 пуд.

International 10—20 HP.

Трактор 4-х колесного типа заводов Inter. Co. Haw. Chicago (постройка заводов M. Cormick и Deering'a).

Устройство рамной конструкции с наличием достаточно солидной рамы и несколько бо́льший вес трактора (116 пудов: 45 пуд. или 38,8% на переднюю ось и 71 пуд на заднюю), должно создать повидимому большую устойчивость и надежность хода по сравнению со значительно облегченной конструкцией Fordson'a.

Мотор 4-х цилиндровый, 4-х тактный, цилиндры вертикальные, отлиты в одном блоке; топливо керосин—пуск в ход на бензине. Мотор в отличие от моторов Ford'a при несколько увеличенном диаметре цилиндров (размеры 4,25″×5″) имеет автоматическую регулировку, Magnetto высокого напряжения Dixi (Splitdorf) с переменным зажиганием, корбюратор Ensign с легким подогревом для работы на керосине; смазка принудительная помощью шестереночного насоса. В конструкции воздухоочистителя бо́льшая емкость водяного бака, имеется труба для подвода воздуха из верхних слоев и создания наилучших условий очистки воздуха.

Коробка скоростей имеет 3 скорости переднего хода и одну заднего. Передачи исключительно на шарикоподшипниках. Червячной передачи не имеется и передача к дифференциалу осуществлена помощью 2-х пар зубчатых колес.

Управление автомобильного типа.

Более подробно размеры и некоторый наиболее характерный цифровой материал приведен попутно с результатами испытаний в соответствующих местах изложения.

Подробно спецификация тракторов: См. Инж. Корсунский „Тракторы" Нью-Иорк 1922 г.

Проф. С. Ф. Балдин „Тракторы" Прага—Нью-Иорк 1923 г. а так-же „Chilton Trattor Iudex" Chicago. 1922 г.

Тормазное испытание.

Ввиду имеющегося довольно полного материала, в достаточной мере исчерпывающего характеристику тормазной работы трактора Fordson, опубликованного в статье Prof. G. Fischer „Bremsversuche an den Motoren der Pöhl Ackerbaumashine und des Fordson—Schleppers" *), программу тормазных испытаний тракторов сочли мы возможным ограничить исключительно испытаниями трактора International, при чем отсутствие некоторых приборов и некоторого специального оборудования заставило выключить из рассмотрения исследования, как теплового баланса двигателя, так и работы приборов питания и зажигания.

В регулировании качественного состава рабочей смеси двигателя International нормальными установками карбюратора Ensign, повидимому, возможно считать поворот питающей головки от 1,25 до 1,5 оборота,—уменьшение открытия до 1 оборота сопровождалось заглушением мотора, а открытие в 1,75 оборота захлебыванием. Следует заметить, что в отличие от карбюратора Holey (Fordson), амплитуда установки Ensign значительно уже, а сама установка значительно проще и надежнее.

Испытания производились при постановке рычажка зажигания на 10—11 зуб, воздушная заслонка открывалась полностью, а рычажок смеси до отказа. Загрузка мотора регулировалась помощью подтягивания тормазных колодок Прони с постепенно увеличивающимся нажимом, а следовательно, и постепенно возрастающим моментом вращения. Одновременно промерялись числа оборотов тормазного шкива и велся точный учет горючего. В целях контроля все установки производились вторично *). Керосин рыночного качества.

Результаты испытания представлены в таб. № 1 и № 2 и рис. № 1 и № 2, при чем в целях сравнения на рис. № 2 параллельно приведены результаты испытаний мотора Fordson an der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin von Prof. G. Fischer **),—так на рис. № 2 кривые № 1, № 2, № 3, № 4 относятся к работе мотора Fordson, а кривые за № 5, № 6, № 7 к работе трактора International.

---

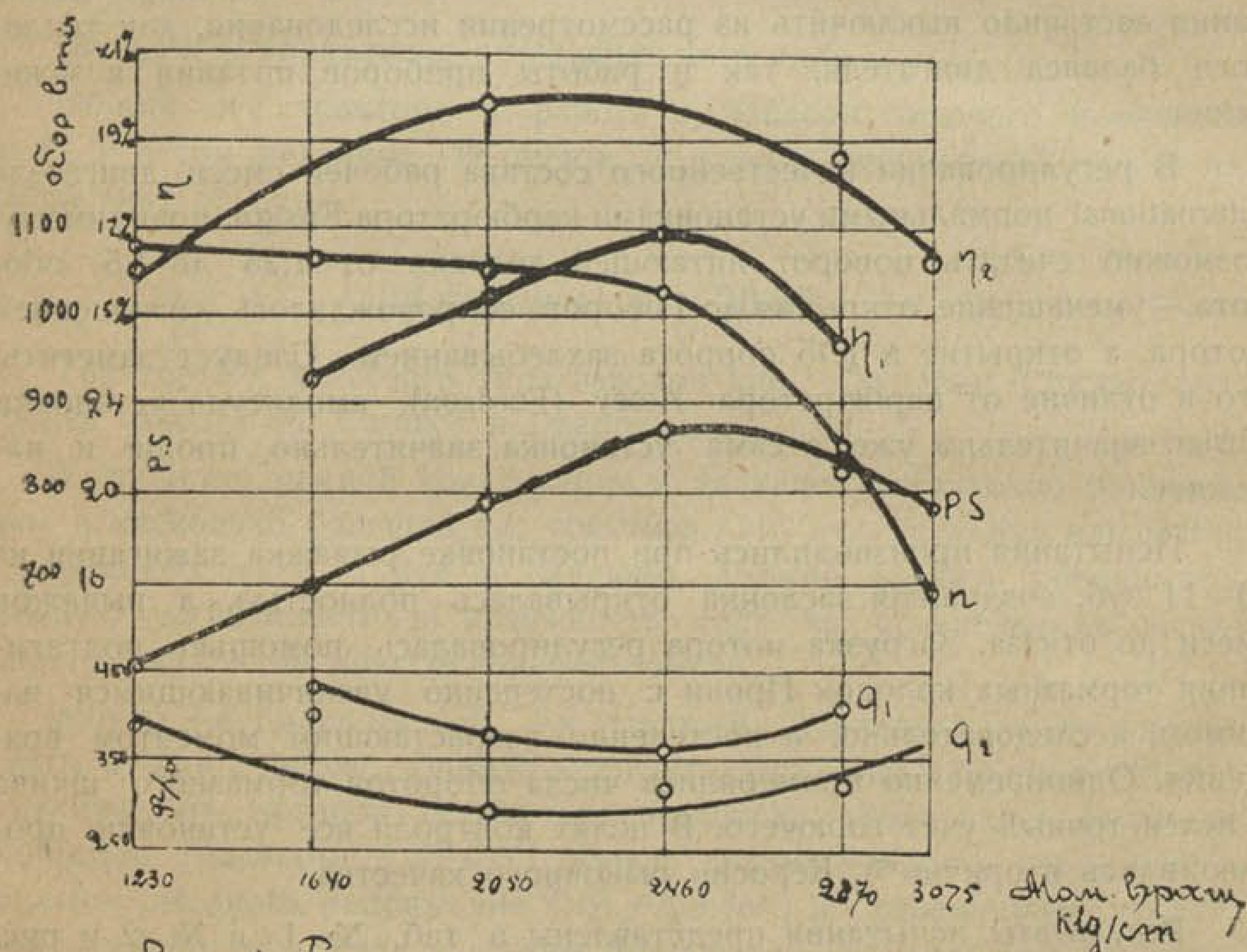
*) Согласно нормам тормазных испытаний опыты ставились в течение 2-х часов. Время контрольных опытов признано было возможным ограничить часовой работой.

**) См., „Die Technik in der Landwirtschaft" Heft I. 1923 г.

Результаты тормазного испытания трактора „Fordson“.

Таб. № 1.

Число оборотов мотора.	Мощность лош. сил. HP.	Момент вращения.	Расход топлива	
			в час kg.	на 1 лош. силу gr.
672	13,9	1480	5,98	428
680	14,0	1470	5,24	374
840	**16,6**	**1450**	**6,07**	**366**
889	17.8	1430	6,64	373
947	18,9	1430	6,90	479
960	16.4	1220	6,41	392
1150	**20,9**	**1370**	**9,28**	443



ОБОЗНАЧЕНИЕ:

P. S.—Мощность в лош. сил.

n—Число оборотов двигателя в мин.

η_1—Эконом. к. п. д. при открытии корбюр. на 1,50 оборота.

η_2—Эконом. к. п. д. откр. карб. на 1,25 оборота.

g_1—Расход топлива на 1 HP в час в gr. при открытии корбюр. на 1,50 обор.

g_2 Расход топлива на HP в час в gr. при открытии корбюр. на 1,25 обор.

Результаты тормазного испытания трактора „International".

Таб. № 2.

№№ опытов	Нагрузка xlg.	Момент вращения ql. klgcm.	Число оборотов в минуту. вала.	Число оборотов в минуту. Тормазного шкива.	Мощность на валу в лош. сил	Расход топлива в час klg	Расход топлива на 1 HP в час в gr.	Эконом. коефициэнт полезного действия в %
1	24,6	1230	1080	700	12,1 HP	4,6	364	16,7
2	32,8	1640	1050	677	15,6 HP	6.25	392	15,3
	32,8		1054	680	15,7 HP	7,1 *)	436 *)	13 7
3	41	2050	1046	675	19,3 HP	5,8	292	20,6
	41		1054	680	19,6 HP	7.9 *)	388 *)	15,5 *)
4	**49.2**	**2460**	**1040**	**670**	**23 HP**	**7,5**	**31**	**19**
	49,2		1023	660	22.7 HP	8,75 *	356 *)	16,8 *)
5	57,4	2870	842	543	21 8 HP	7.1	320	18,7
	57,4		854	550	22,1 HP	9,6 *)	416 *)	14.4 *)
6	61,5	3075	700	450	19,4 HP	7,5	378	16,2

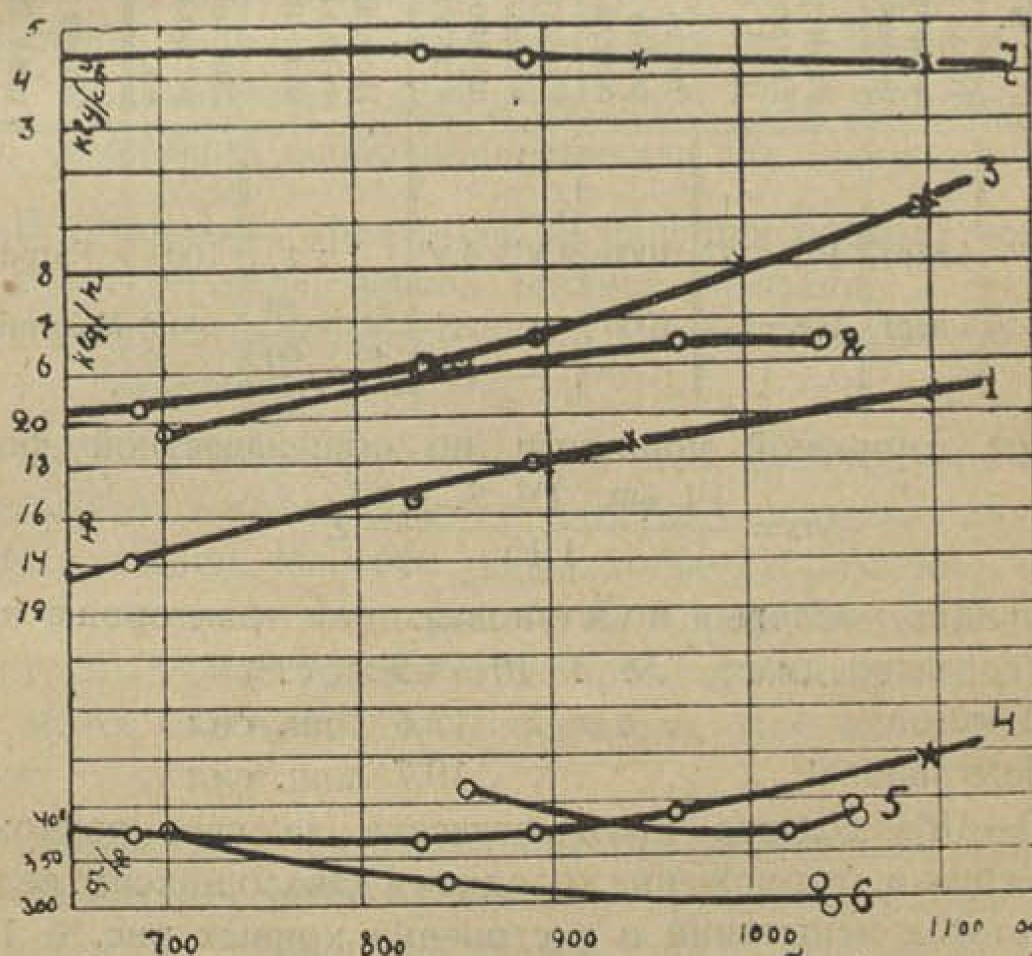


Рис. №2. Результаты испыт. торм. Fordson и International

ОБОЗНАЧЕНИЕ:

1. Мощность трактора Fordson в лош. сил.
2. т о ж е International в лош. сил.
3. Расход топлива в час трактор Fordson в klg.
4. Расход топлива на 1 лош. сил в час Fordson в gr.
5. т о ж е International в gr при открытии корбюратора на 1,5 обор.
6. т о ж е трактора International в gr при открытии корбюратора на 1,25 обор.
7. Среднее индик. давление в klg/cm² Fordson.

1. Итак при нормальных условиях работы, т. е. при числах оборотов тормазного шкива, указанных заводом для Fordson'a n≌1000 об.

---

*) Корбюратор открыт на 1,5 оборота. Остальные установки произведены при открыт. корбюратора на 1,25 об.

в мин. мотор Fordson'a не может дать полных 20 HP. Мощность в 21 HP двигатель дает лишь при n≌1100 об.

Трактор International при показанном в прейскуранте нормальном числе оборотов тормазного шкива≌645 может развить до 23 HP, при чем эта мощность, как видно из характера кривых, 3 и 4 для моторов M. Cormick'а является одновременно и экономически наиболее рентабельной.

Весьма характерно, что minimum расхода топлива на 1 HP. для трактора Fordson соответствует 850 оборотов и мощности в 16,6 HP; повышении же скорости до 1000 обор. т. е. до нормальных условий работы, должно сопровождаться повышением расхода топлива на лошадиную силу≌на 11%. (См. рис. № 2 крив. № 3).

Заключение о несколько больших тормазных возможностях трактора International можно вывести и á priori уже из сравнения основных размеров рабочих частей моторов. Так:

Таб. № 3.

Марка трактора.	Число цилиндров, расположен. их.	Размеры цилиндров Д×S m/m.	Число оборотов двигателя.	Размеры ременных шкивов в дюймах.	Передат. число на ремен. шкив.	Число оборотов шкива.	Завод изготовл. двигат.	Топливо.
Fordson	4 верт.	102×127	1000	9,5″×6,5″	1 : 1	1000	Forpd	Керосин.
International 10-20	4 верт.	108×127	1000	15″×8″	$\frac{25}{40} \cdot \frac{19}{60}$	645	MCormick	

Так подсчет тормазной мощности по общеизвестной формуле.

$$Nn = \frac{Pi\ \eta m.\ D^2\ S.\ n.^{*)}}{1{,}15} . Z$$

при соответствующих числовых подстановках для тракторов

(согласно диагр. № 1 $Pi = 4.5 kgr/cm^2$)

Fordson . . . . 17,6 лош. сил

International . . . . . 19,7 лош. сил

Разница 10—18% должна быть отнесена за счет возможности небольшой перегрузки; торможение колодками давало максим. величину.

2. В результатах испытаний и в строении кривых рис. № 1 и № 2 особо сказывается значение и роль автоматического регулятора и автоматической регулировки двигателя M Cormická. Поэтому и границы кривых № 1 и № 5 на рис. № 2 весьма различны. Особо рельефно эта разница сказывалась в изменении предельных чисел оборотов при холостом ходе, давая возможность увеличения их для Fordson'a до 1400 об. в минуту (т. е. на 40% выше нормальных) и для тормазного шкива International'a всего до 720 об. (т. е. на 12% выше нормы).

*) См. Гюльднер „Двигатели внутреннего сгорания". Перевод Пафнутьева 1916 г.
Обозначения Pi—среднее индикаторное давление keg/cm^2
ηm—механический к. п. д.
D—диаметр поршня
S—ход поршня
n—число оборотов двиг. в мин.
Z—число цилиндров. двигат.

Характер работы регулятора и значение автоматической регулировки трактора International особенно ясны из рис. № 1. При изменении величины момента вращения от 1230 klg cm. до 2460 klg cm. при равномерном увеличении мощности, изменение числа оборотов весьма незначительно, и только лишь при дальнейшем увеличении момента вращения происходит сильное затормаживание и резкое падение числа оборотов, а одновременно с ним и резкое падение мощности двигателя.

Отсутствие автоматической регулировки, у трактора Fordson'a следовательно необходимость питания в ручную, особо сказалось в неравномерности хода при полевых испытаниях и, как следствие, заставляет отметить значительное колебание и непостоянство в рабочих скоростях Fordson'a; так пределы скоростей на 1 скорости V=0,7—1,0 met/sec, на 2-ой ск. от 1,2 до 1,6 met/sec, и на 3-ей скор. от 3 до 4,6 met/sec.

Скорости трактора International почти неизменны, резких колебаний не замечено.

В работе на ремне, особенно при постановке мотора на освещение, постановку автоматического регулятора к моторам Fordson'a Станция считает особо необходимой. Наблюдения за работой Fordson'a, поставленного для привода динамо-машины (на Оршанской окружной сел.-хоз. выставке) особо подчеркивали эту необходимость.

3. В установках тракторов на minimum расхода топлива и оборотов на холостом ходу, расход топлива оказался:

для International при 200 об. в м. торм. шкива 3 ф. в час
„ Fordson „ „ „ „ „ „ 7 „ „

4. Пуск трактора International в ход значительно облегчен наличием весьма надежного Magnetto высокого напряжения Splitdorf (Dixi) с искроусилителем. Magnetto работало безукоризненно, капризов в зажигании не замечено (при работе на морозе требуется подогрев всасывающей трубы). Система низкого напряжения с катушками Fordson'a повидимому менее надежна, отказы двигателя, особенно в холодную погоду, не редки.

5. Смазка трактора International (шестереночный насос лубрикатора и разбрызгивание) действовала безукоризненно. Забрызгивание свечей не наблюдалось. Смазка двигателей Ford'a исключительно разбрызгивателем менее надежна.

Серьезные опасения внушает отсутствие вкладышей у трактора Fordson,—выплавка бабита в подшипниках коренного вала при такой конструкции вполне возможна (см. ниже), а производство таких ремонтов, особенно в условиях ремонтных возможностей нашего сельск. хоз., далеко не всегда просто.

Полевые испытания.

Следующая ниже таблица № 4 дает представление о различии в основных размерах некоторых типов старых машин, взятых нами из материалов, приведенных M. Ringelmanom в отчете о „конкурсе тракторов в Тунисе“ (см. Известия Бюро по сел. хоз. механике 1916 г. вып. 5 и 6) и с устройством машин бывших на испытаниях. Неко-

торые дополнительные данные взяты из книг: А. Н. Судакова. „Тракторы“ 1923 г. и проф. Г. Ф. Балдина „Тракторы“ Прага Нью-Ионк 1923 г.

Таблица № 4.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Типы тракторов.	Тормоз. мощность в лош. сил.	Вес тракт. в klg	Среднее усилие тяги в klg.	$К = \frac{\text{Вес тракт.}}{\text{на 1 торм HP.}}$	$К_1 = \frac{\text{Сред. усил. тяги}}{\text{вес тракт.}}$	Размеры ходовых колес диам. × ширину в metr'ах.	Вес на 1 ст. ширины обода в klg.	Скорость метр/секунду.
	HP.	klg.	klg.	klg.		metr.	klg.	metr sek.
1. Case.	40	7200	1500	180	0,280	1,7×0,5	51,4	0,77
2. Rumely.	30	7500	1800	150	0,240	1,75×0,6	44,1	1 17
2. Holt.	60	9000	3000	150	0,333	Гусен. в = 0,5	80	0,85
4. Ramson.	40	10150	2000	254	0,192	1,98×0,46	—	0,85
5. Mogul.	60	10200	1500	170	0,147	1.83×0,61	—	0,83
6. Big-Foor.	60	10700	2500	180	0,233	2,51×0,76	50,5	0,98
Fordson.	10—20	1200	На 1 скор. 587*)	60	0,488	1,07×0,3	12,7	3,07 1,22 0,66
International. H. C.	10—20	1700	На 1 скор. 585*)	85	0.395	1,07×0,25	16,6	1.83 1.25 0,81

Такое понижение веса на тормазную лошадиную силу, с одной стороны, и с другой—понижение веса приходящегося на 1 сант. ширины обода в конструкции американского автомобильного трактора вопросам нормального конструирования шпорового сцепления особенно при наличии мягких и рыхлых почв Белоруссии, в большинстве сводящиеся к супесям и лесовидным легким суглинкам, а иногда к заболоченным или дренированным торфяникам—почв со сравнительно слабой сопротивляемостью всякому механическому воздействию,—вопросам нормального конструирования шпорового сцепления заставляет придавать особое значение.

Выше было указано, что известная европейская формула—*„сцепление насколько возможно независимо от веса“*—в эволюционном развитии путей современного тракторостроения определила путь от тяжелых самохо-

---

*) См. ниже табл. № 7.

дов американских прерий и канадских степей к легкому Fordson'у и если в конструкциях старых машин неизбежное увеличение веса обуславливалось необходимостью получения достаточно надежного сцепления, путем увеличения коэффициента трения и как необходимое следствие должно было сопровождаться неизбежным спрессованием почвы вплодь до выворачивания почвенных кирпичей, особо характерных, при больших размерах сцепляющей лопатки. (См. отчеты о работе трактора Штока *), если в старых конструкциях увеличение веса трактора, диаметров ходовых колес, применение гусеничного хода и т. п. давало единственную возможность использования мощности тракционного мотора—,и увеличения коэф. пол. действ. трактора, то в построении путей современной тракторостроительной техники, полезное значение веса должно быть ограничено исключительно потребностями нормального загружения шпоры, с одной стороны, и с другой—условиями устойчивости экипажной части и необходимым minimum'ом величины момента устойчивости. Вопросы надежности спецления в такой обстановке естественно должны получить особое освещение.

В целях определения нормальных возможностей тягового усилия при испытаниях, колесный ход загружался по возможности до величины предельного буксования, возможное увеличение которого на рыхлых почвах доходило до 35—40%. Пределом же нормально допустимого буксования, повидимому, судя по результатам наблюдений следует считать всего 15—20% (см. дальше результаты испытаний табл. № 7).

Определение тяговых напряжений по возможности предельных, а следсвательно и коэффициента возможного использования тяговой мощности производилось одновременно с регистрацией скорости рабочего хода, а также регистрацией состава почвенных проб и учетом величин, определяющих структурное состояние пласта и его сопротивляемости механическим воздействиям; одновременно наблюдалось залипание между шпорами, а также исследовались почвенные деформации срезанных пластов. Условия почвенной обстановки вариировали от легкой супеси в перепашке до болотистых торфяников, от лесовидных суглинков (клеверное поле) до 10-летней залежи (супесь).

Трактор „International" по ряду технических условий не мог быть испробован на всех отведенных участках, ровно как к Fordson'у на перепашке черного пара не могли быть поставлены добавочные ободья.

К сожалению, отсутствие детально разработанных теоретических предпосылок в построении методики испытаний не позволяют в постановке подобных вопросов в работах первого года идти дальше ориентировочных наблюдений. Детальное изучение вопросов конструирования нормального и надежного механизма зацепления с

---

*) См. Отчет демонстрации работ тракторов в Эрейнсдорфе близ Вены. Инж. Брутце 1913 г.

почвой—основной и наиболее больной вопрос мотокультуры и разработке этого вопроса станцией предположено уделить ряд специальных наблюдений как полевого, так и лабораторного характера.



Рис. № 3.

Трактор Fordson на перепашке торфяников Минской Болот. Оп. ст.

О влиянии веса (спрессовывание почвы).

Степень деформирования почвы действием нажима ходовых колес определялась путем взятия почвенных проб буром проф. А. Г. Дояренко до и после прохода ходового колеса. В дальнейшем пробы обработаны пикнометрическим методом (см. работы проф. А. Г. Дояренко).

Результаты такой обработки, приведенные в таб. № 5*) могут дать разницу в весах абсолютно—сухой почвы, а так-же и изменение в степени влажности, скважности и аэрации почвы, а следовательно, могут дать возможность некоторого суждения о изменениях в структуре почвенного пласта и характере его деформации. Взятие проб производилось одновременно с постановкой тяговых испытаний на тех же участках. Взятие проб после прохода International'а по целине и по клеверищу (суглинок) оказалось бесполезным вследствие неполного загружения в почву лопаток (при высоте лопатки в 10 сан. загружение не выше 7—8 сан.); работа почвенных деформаций очевидно в таком случае должна свестись исключительно либо к работе среза и смятия боковым давлением лопатки, или к работе изгиба и выворачивания пласта,—спрессовывание почвы

*) Материал и методика наблюдений разработаны асс. Зах. Мих. Яшиным.

очевидно в таких случаях совершенно отсутствует. Результаты наблюдений приведены в таблице № 5.

Таблица № 5.

		Характерист. участка.	Вес абсалютн. сухой почвы.	Разн. в весах абс. сух. почвы	Влажность абсалют.	Скважность	Разница в скважности.	Аэрация.	Разница в аэрации.
1. Fordson без уширителей.	До прохода колес. После прохода.	На 10-летней залежи. Супесь.	64 87 64,64	0,23 (0,37%)	23,70 20,05	40,77 40,86	—0,09 (0,22%)	25,39 27,90	—2 51 (9,88%)
	До прохода После прохода.		64,74 61,23	3.51 (5 42%)	21 91 18,40	40,82 42,17	—1,35 (3,30%)	25,98 30,88	—4.9 (18,86%)
2 Fordson без уширителей	До прохода После прохода.	Супесь, перепашка.	54,13 47,27	7,86 (12,67%)	27,06 14,66	44,90 47,54	—2.64 (5,88%)	30,25 40,61	—10,36 (34,24%)
3. Fordson с уширителями.	До прохода. После прохода.	10-летняя залежь супесь.	74,46 68,48	5,98 (8,03%)	16,5 17.3	37,06 39,37	—2,31) (6,23%)	24,74 27 51	—2,77 (11,18%)
	До прохода. После прохода.		66,26 63,50	2,76 (4,16%)	24,7 20,5	40,21 41,29	—1,08 (2,61%)	23,87 28,24	—4,37 (13,28%)
4. International.	До прохода. После прохода.	Супесь, перепашка.	46,38 55,67	—9,29 (20%)	11,43 9,61	47,88 44,31	+3,57 (7,5%)	42,58 38,96	+3.62 (8 5%)
	До прохода. После прохода.		62,01 81,51	—19,5 (31,28%)	13.54 9,82	41,87 34.37	+7,50 (18%)	33,48 26,36	+7,12 (21,2%)

Теоретические исследования характера изменения скважности и аэрации еще не имеют той законченности и отшлифованности, при которой возможны систематические исследования и детальный анализ. Кроме некоторых общих указаний *) в современной научной литературе по этому вопросу не имеется даже отчетливых опытных данных,— применение же почвенного бура в регистрации давления колес трактора в специальной литературе по тракторному делу насколько мы знаем не известно. Поэтому не имея возможности привести нормы практически возможных допусков, в целях сравнительной оценки ниже приведены результаты обработки подобных же проб, взятых тем-же почвенным буром параллельно ходу трактора под ступенями копыт лошади. Пробы брались на легком боронованном поле и на стерне

*) См. работы проф. А. Г. Дояренко. См. также В. Д. Коваль „Опыт детального изучения плугов“. („Известия Бюро по с.-х. механике“ вып. 9). Prof. Borneman „die Arbeit des Landbaumotors Patent Koczegi im Jhare 1911 und ihre Einfluss aus phisikalischen zustand des Bodens“. См. также prof. Puchner „Chollenanalise“.

(супесь) и брались при наличии отдельных и совпадающих ног лошади.

Таблица № 6.

		Вес абсол. сухой почвы.	Разница в весах абс. л сух. почвы.	Влажность абсол. в %	Скважность.	Разница в скважн.	Аэрация.	Разница в аэрации.
Борон. поле при несовпад. след.	до ноги лош.	48,88	—21,46	11,6	46,91	+8,28	41,35	10,82
	после ноги.	70,34		11,5	38,63	(17,6%)	30,53	(26,2%)
Супесь при совпадении следов.	до ног лош.	43,68	—23,72	15,9	48,91	+11,97	41,97	15,0
	после 2 ног.	77,40		11,6	35,94	(24.5%)	26,97	(35,8%)
Ржаное поле при совпад. следов.	до ног лош.	65,85	— 7,84	14,1%	40,5	+3,03	31,27	3,04
	после 2 ног.	73,42		12,6%	37,47	(6,25%)	28,23	(10,3%)

Итак, в работе трактора „Fordson“ во всех случаях (на перепашке, целине, без постановки уширителей ободьев и с постановкой уширителей) в результате сравнения таблицы № 5 и таб. № 6, замечено увеличение скважности и аэрации, а следовательно, и легкое подрыхление пласта. Особенно значительной эта величина оказалась в графе № 2 при работе на перепашке весенних паров, где численное изменение в скважности и аэрации доходило до 5,88% и 34%. Легкий вес трактора, а следовательно, и сравнительно небольшое давление на cantm ширины обода (см. таб. № 4) повидимому совершенно исключает восможность какого-бы то ни было вредного уплотнения.

Сравнительно большая нагрузка на обод „International'a“ (см. таб. № 4) несмотря на большую высоту шпор (h=10 сан.) явилась уже причиной некоторого понижения величины скважности и аэрации. Все же, считаясь с показаниями таб. № 6, пределы таких отклонений едва ли следует считать чрезмерными,—утаптывание ногами живого двигателя во всяком случае в смысле уплотнения дает не меньшие величины. Следует помнить, что не так давно конструкторы при проектировании колесного устройства считали идеалом достижения понижения спрессования почвы хотя бы до величины уплотнения копытами лошади!

В работе же на более твердых грунтах (суглинок и т. п.), как вполне естественное следствие сравнительно высокой лопатки, у International'a наблюдалось неполное загружение лопатки, а следовательно, о каком бы то ни было сдавливании почвы в таких условиях не может быть и речи; взятие проб в таких случаях конечно безполезно.

Суммируя же результаты таких наблюдений (трактор International) следует признать либо величину веса трактора недостаточной для полного загружения лопатки, либо конструкцию лопатки не совсем удачной. Повышение веса (старый прием американских конструкторов) безусловно не мо-

жет быть признан рациональным уже в силу результатов таблицы № 5. Повидимому более целесообразным явилось бы скорее некоторое уширение обода,—при уменьшении лопатки в высоту (см. указания ниже).

Помимо большей надежности такое изменение в конструкции должно повести так-же к уменьшению степени залипания при заводской конструкции неизбежному особенно при работах на слегка увлаженных почвах.

Испытание трактора International на липких почвах не производилось, но судя по впечатлениям о работе по клеверищу на слегка увлажненном суглинке, надо думать, что работа в таких случаях будет почти невозможной.

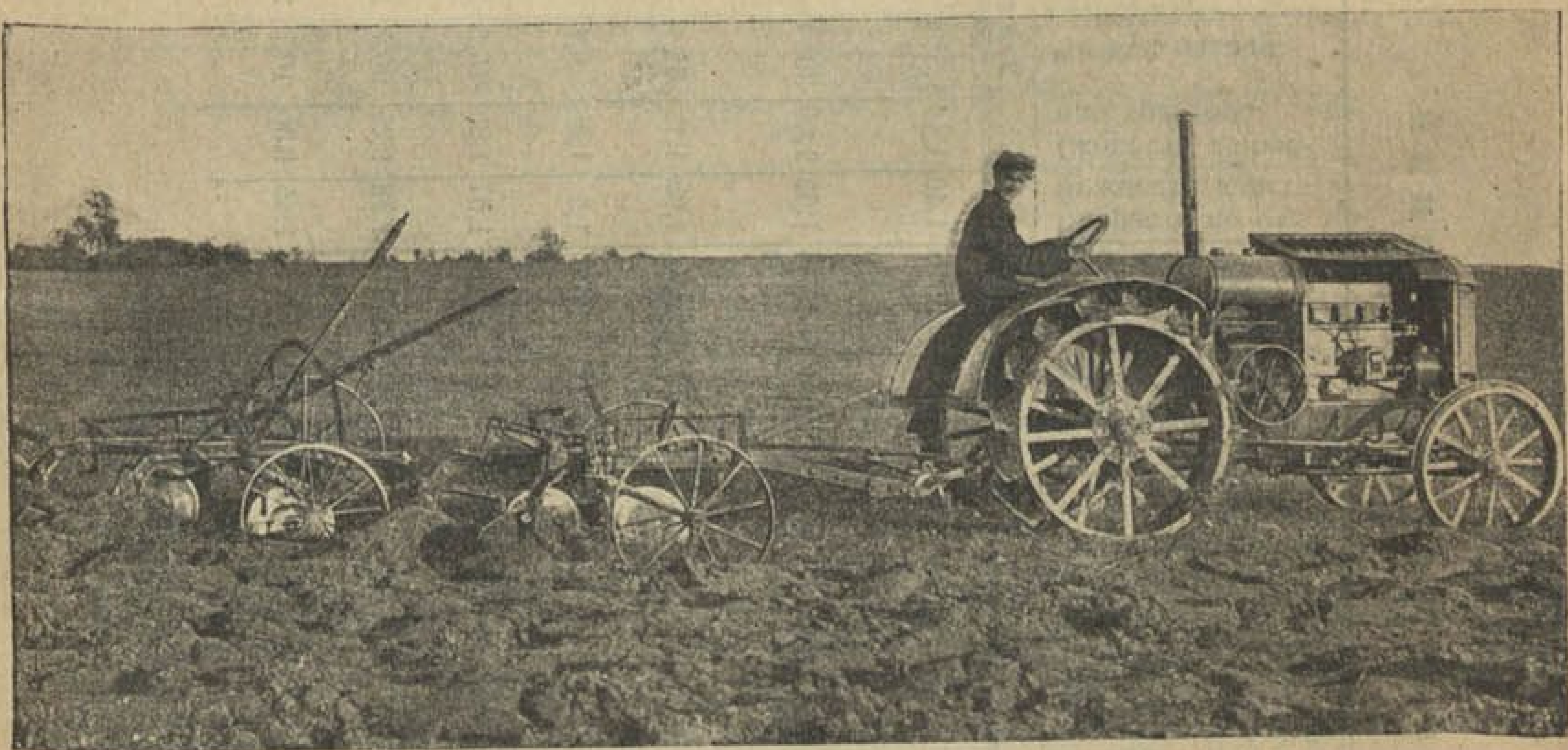


Рисунок № 1. Трактор International.

Тяговые испытания.

Тяговые испытания производились на полях Минской Болотной Опытной Станции и учебных ферм Института и, как указано выше, имели основною целью определения предельных тяговых возможностей.

К сожалению, по техническим условиям это оказалось не всегда возможным, а испытание трактора International по залежи и дренированному болоту пришлось совершенно отложить, равным образом как не производилась постановка уширителей ободьев к Fordson'у при работе на перепашке, работе, на которой постановка уширителей должна быть особенно характерной и типичной.

Тяговая мощность регистрировалась самопишущим пружинным динамометром системы проф. В. П. Горячкина; одновременно производились промеры скорости и ряда величин, определяющих собою характер и степень надежности работы колесного хода.

Рельеф поля почти ровен, однородные участки, на которых производилось испытание, по составу и характеру почти идентичны. Диаграммы обработаны планиметром и частично некоторые из них представлены на стр. 82 и 83. Диаграммы от № 7 по № 10 относятся к работе Fordson'a с двухлемешным плугом „Oliver"; от № 1 по № 5, к работе International'a с плугами „I. H. C.".

Результаты испытаний приведены в таблице № 7.

Результаты полевых испытаний.

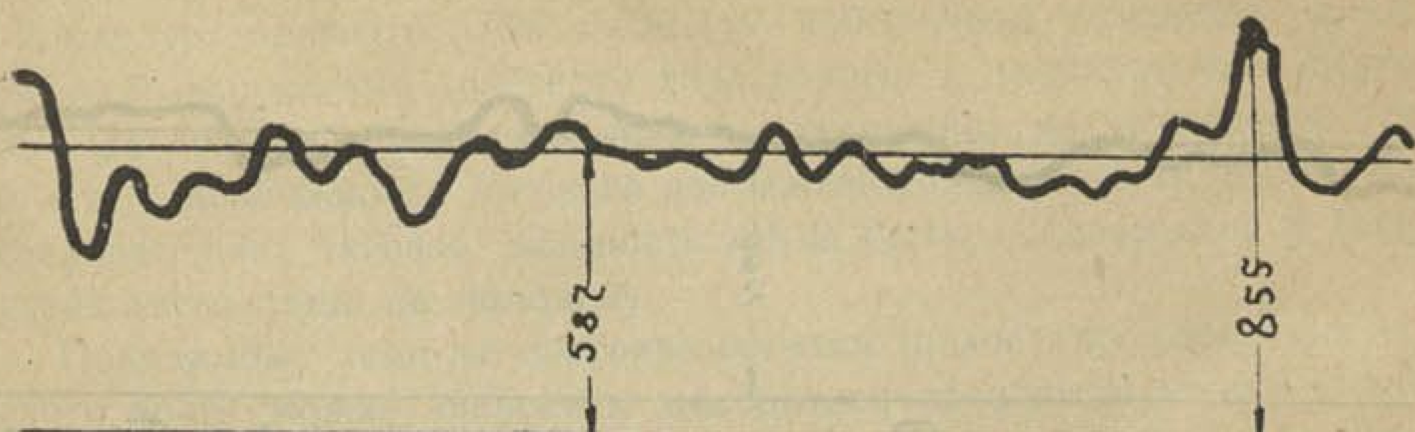
Таблица № 7.

№№ по порядку.	Наименование тракторов.	Наименование участка.	Характер участка. Влажность абсолют в %	Характер участка. Скважность.	Характер участка. Аэрация.	Скорость по окруж. колеса mtr/sec	Скорость движения трактора	% буксования колес.	Размеры поперечн сечения пласта. Глубина вспашки в ст	Размеры поперечн сечения пласта. Ширина захвата в ст.	реднее тяговое усилие в klg.	№№ диаграмм.	Сопротивления на 1—2 ст. сечения пласта в klg.	Средняя тяговая мощность в лошад. силах.	Таже мощность в % от тормоз. мощности.	Скорость по окружности колеса.	Скорость движения трактора.	% буксования.	Размеры поперечн. сечения пласта. Глубина вспашки в ст.	Размеры поперечн. сечения пласта. Ширина захвата в ст.	Среднее тяговое усилие в klg.	№№ диаграмм.	Сопротивление на 1—2 ст сечения пласта.	Средняя тяговая мощность в лошад. силах.	Тоже в % от тормозной мощности.
			Испытание на 1-ой скорости.													2-ая скорость.									
1	International с 2-х лем. плугом „Oliver" и 2-х лем. У Н. С. (захват корпуса 14")	Трехлетнее клеверное поле.	15,5	—	—	0,96	0,804	16,8	16,25	--	685	1	—	7,3 HP	36,5%	1,46	1,44	1,5%	16,7	60	474	2	0,47	9,2	46%
2	International плуги У. Н. С.	Осенняя перепашка черного пара. Супесь.	13,54	41,87	33,48	{1,02 {0,96	0,89 0,59	12,8 35,4	18,43 21,5	57,6 60,0	320 490	3 4	0,302 —	3,8 HP 4,0 HP	19% 20%	1,62	1,09	33%	18,4	58,4	328	5	0,306	4,72	23,6%
3	Fordson без уширителей ободьев. Плуги „Oliver".	Тоже.	27,07	44,90	30,25	1,15	0,71	39,4	2,2	67,7	473	6	0,296	4,5 HP	22,5%	1,68	1,1	32,9	18,7	59,6	340	7	0,306	5,15	25,2%
4	Тоже.	10 летняя залежь. супесь.	21,91	40,82	25,98	0,98	0,92	4,0	18,2	58,6	408	8	0,381	5,2 HP	26%	1,5	1,3	8,5	18,4	57	353	9	—	6,55	32%
5	Fordson с уширителями. Плуги „Oliver".	Тоже.	16,5	37,06	24,74	0,96	0,92	4,0	23,5	70,3	587	10	0,355	7,4 HP	37%	1,57	1,3	15,5	23,5	70,6	64	11	0,39	11,3	55,6%
6	Fordson без уширителей. Плуги „Oliver".	Дренир. болото торфяник.	18,7	—	—	0,96	0,88	8,7	22,7	68,6	479	12	—	5,71 HP	28,5%	1,58	1,25	20,7	21,6	60,7	52	13	0,4	8 8	44%
7	Fordson с уширителями. Плуги „Oliver".	Тоже.	18,3	—	—	0,9	0,75	16,5	23,5	70,2	621	14	0,376	6,4 HP	32%	1.45	1,30	10,7	21,5	71,7	56	15	0,368	9,8	49%

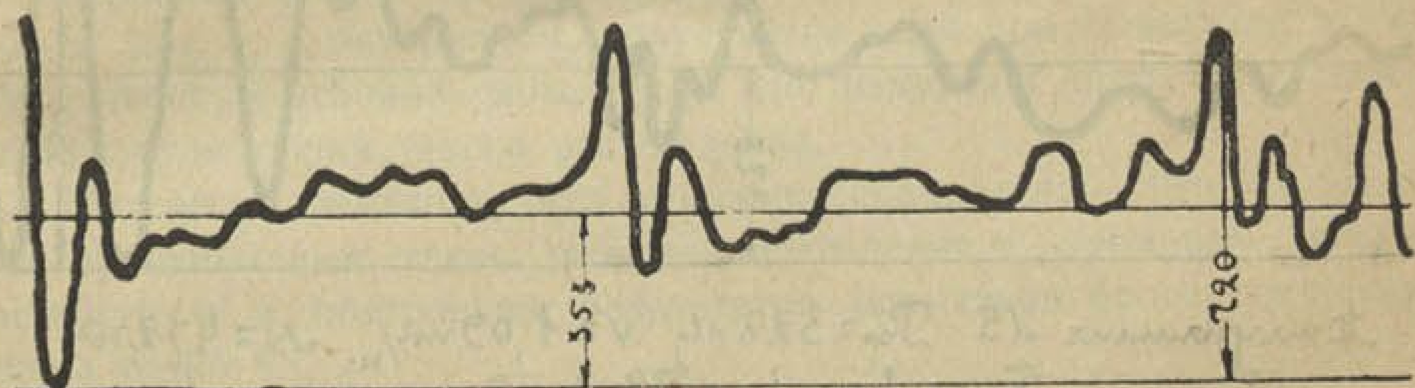
Примечание: 1. Испытание № 1 на полях уч. фермы Прилуки—Атолино 25—26 июля.
2. Испытание № 2—№ 7 на полях Болотной опыт. станц. 20 сентября—10 октября.
3. Результаты почвенного анализа буром проф. А. Г. Дояренко, см. табл. № 5.

К табл. № 7.

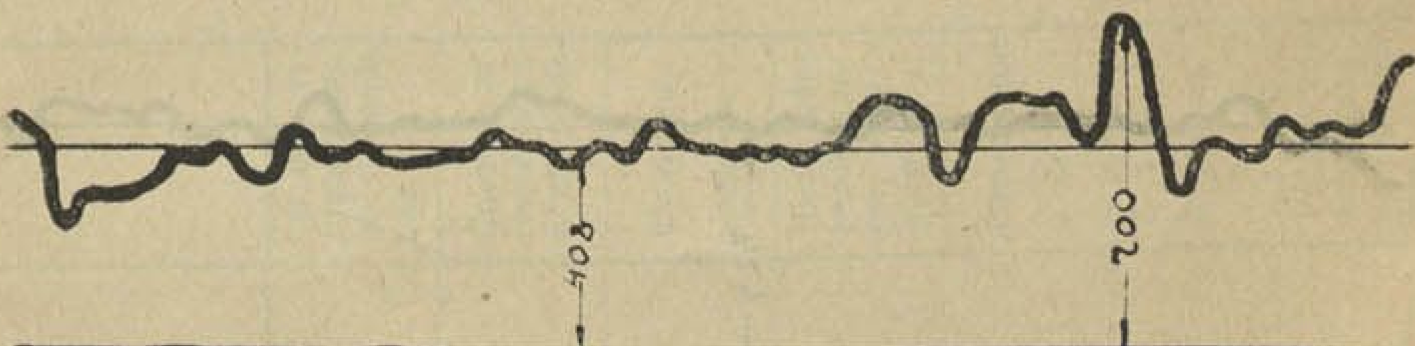
Fordson 10-20



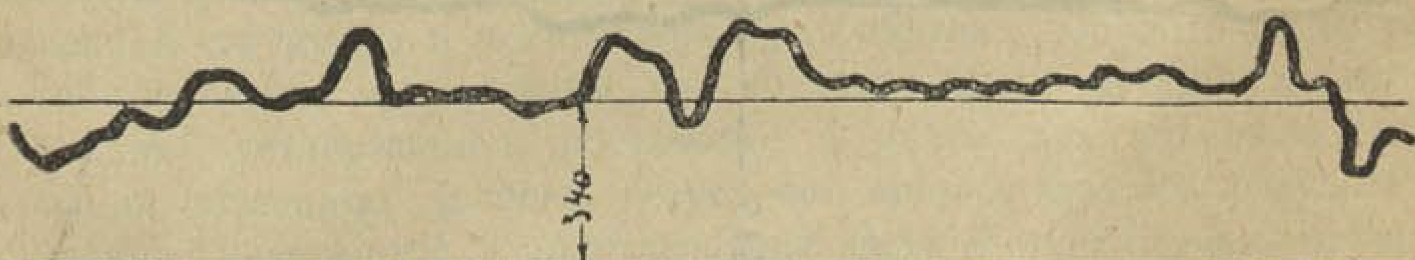
Диагр. №10. Рср=587 кг. v=0,9 mt/sec. N=7,4 HP. Букс=4% 1 скор.
с уширителями. Плуг. Oliver



Диагр №9 Рср=353. v=1,38 m/s N=6,55 HP Букс=8,5%. 2 ск.
без уширителей Плуг Oliver



Диагр №8. Рср=408 кг. V=0,92 mt/sc. N=5,25 HP. Букс=4 %. 1 ск
без ушир. Плуг J.H.C



Диагр №7 Рср=340 кг v=1,13 mt/sc. N 5,15 HP Букс=32,9% 2 ск.
Без ушир. Плуг J H C

Из результатов динамометрических промеров трактора Fordson.

К табл. № 7.

International 10-20

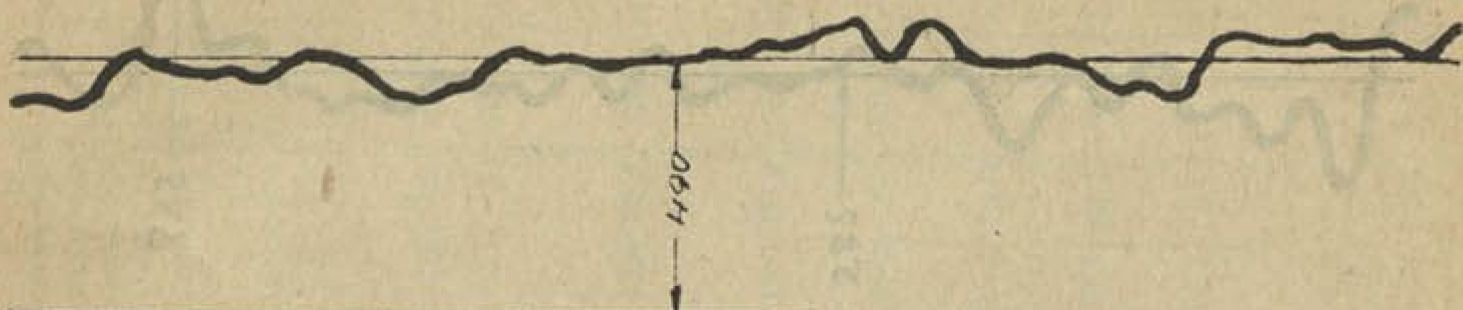


Диаграмма №4 $P_{ср}$=490 klg v=0,59 mt/sec N=4 HP Букс=35,4%
1 скор

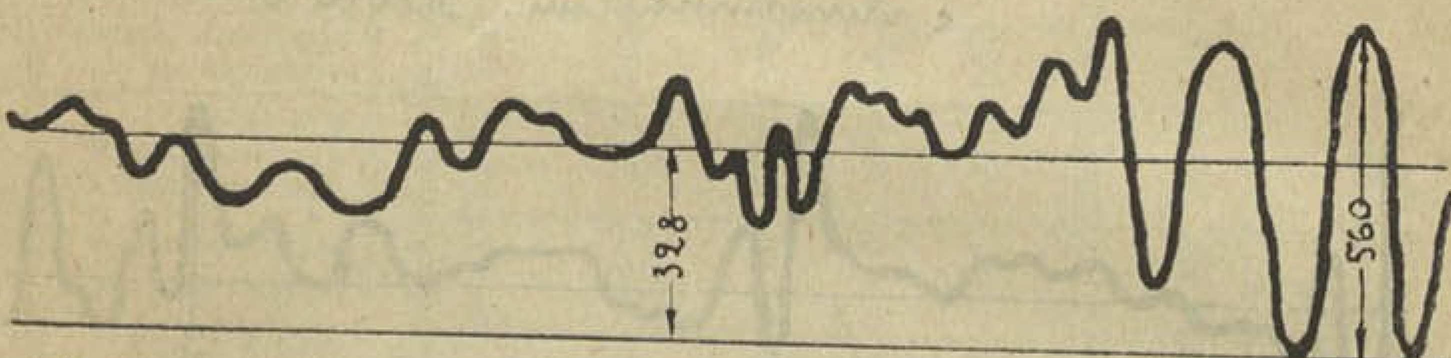


Диаграмма №5 $P_{ср}$=328 klg v=1,09 mt/sec N=4,72 HP
Буксование = 32,9. 2 скор

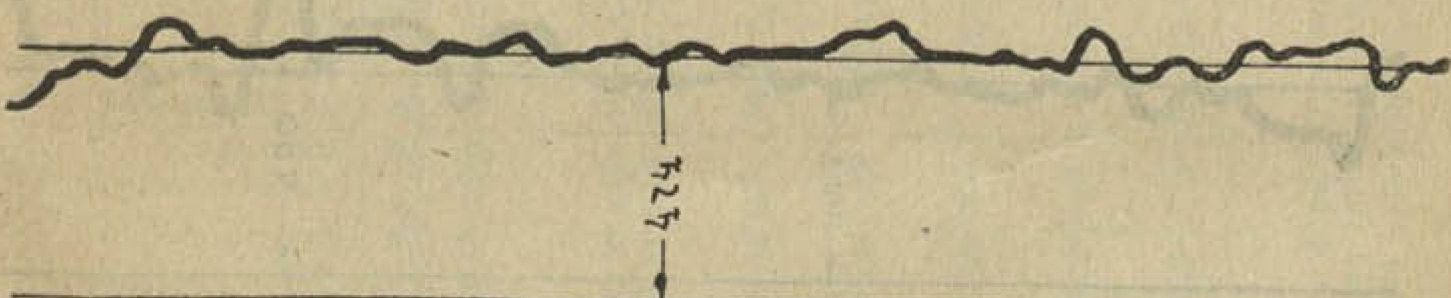


Диаграмма №2 $P_{ср}$=424 klg. v=1,44 mt/sec N=9,2 HP. Букс=1,5%
2 скор

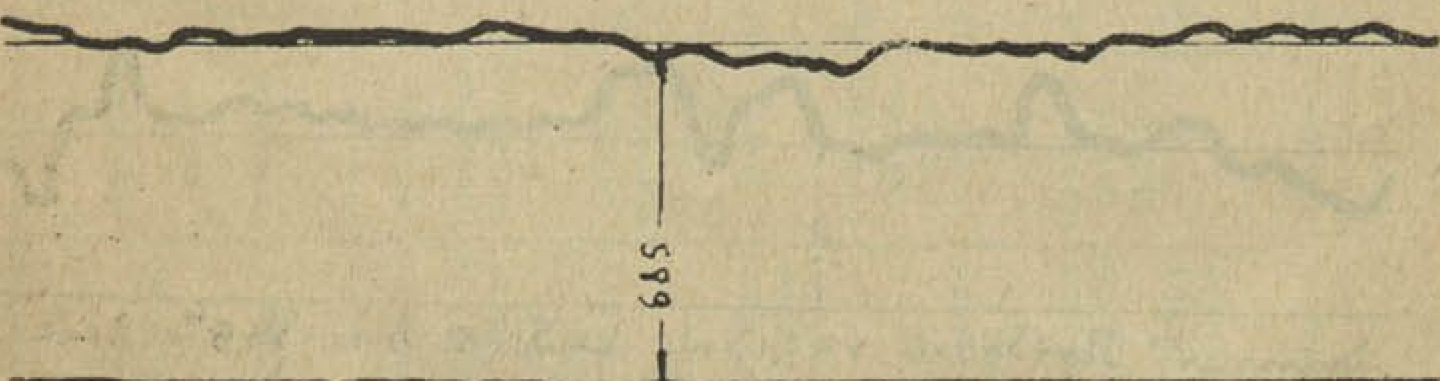


Диаграмма №1 $P_{ср}$=685 klg. v=0,804 mt/sec N=7,3 HP
Букс= 16,8%. 1 скор. Плуги I.H.C.

Из результатов динамометрических промеров трактора International.

В отчете о работах трактора Fordson следовало-бы отметить, что почти ни при одной из установок, зарегистрированных в таб № 7, двигатель не мог быть заглушен,—поэтому то, как первое следствие таб. № 7, следует признать либо чрезмерно избыточной мощность двигателя, либо зацепление колесного хода слабым и недостаточно надежным. При максимальной величине % буксования на перепашке (см. таб. № 7), возможности тягового напряжения падали всего до 300 klg., а следовательно, тяговая мощность могла быть использована в таких случаях всего лишь на половину.

Повидимому теми-же обстоятельствами (недостатки сцепления колесного хода) можно об'яснить непонятное на первый взгляд происхождение результатов испытания тракторов в штате Небраска*) (Линкольн С. А. С. Ш.). 1921 г. Результаты испытаний совершенно не соответствуют указаниям тракторных фирм и на первый взгляд происхождение их совершенно непонятно. Сравнение же этого материала с результатами таб. № 7. т. е. с материалом, полученным нами при известной вариации почвенных условий может уже до известной степени об'яснить причину и источник такого расхождения.

Интересно заметить, что в обзоре специальной литературы по тракториспытанию такое резкое расхождение в промерах тяговой мощности и в построении результатов испытаний бросается иногда весьма резко **).

В Небраске при испытании тягой.

Таб. № 8.

	Средняя тяговая мощность в лош. сил.	Среднее тяговое напряжение в квд.	Скорость мили/час.	Число оборотов двигат. в минуту.	Скольжение в %.	Передача.	Расход топлива лош. час/на галлон.
Fordson 10—20	6,06	400	2,57	1060	23,8%	Средняя	2,45
International .	8,08	508	2,71	1026	16 5%	Средняя	3,19

Слабая возможность загрузки обоих моторов на тяге (ср. таб. № 8 и таб. № 7) повидимому должна быть об'яснена именно слабостью почвенной структуры и недостатками устройства шпорового сцепления. Подобные опыты могут иметь только лишь чисто местное значение. Отсутствие детализации в постановке и учета всех возможностей и вариаций почвенных условий безусловно лишает многого результаты показания динамометра, а получающиеся часто в таких случаях отсчеты часто, не имея точных указаний на характер структуры пласта, степень влажности и его сопротивляемости, часто только лишь вносят лишнюю путанницу и недоумение.

*) См. результаты испытаний в Небраске (Линкольн) С. А. С. Ш.

**) См. журнал „Technik in der Landwirtschaft" Heft 5—1922 г. и Heft 1,2—1923 г.

Итак благодаря недостаткам устройства колесного хода использовывание машин на легких почвах повидимому не может быть полым, а колесный ход для таких случаев следует признать черезчур слабым и ненадежным.

Отчасти из тех-же соображений работу на первых скоростях, как скоростях, требующих больших тяговых возможностей, следует признать совершенно нерациональной. К тому же понижение рабочих скоростей является совершенно нежелательным так-же и ввиду некоторых чисто конструктивных затруднений (см. ниже наблюдения за работой тракторов). Так переход на меньшие скорости ввиду необходимости больших тяговых возможностей должен неизбежно сопровождаться значительным увеличением веса, т. е. возвратом к конструкциям заброшенным и сельско-хозяйственной жизнью и тракторостроительной техникой. Правда, в специальной литературе *) существуют указания на некоторое, иной раз, весьма значительное увеличение сопротивляемости пласта с повышением скорости при вспашке. Однако ряд наших наблюдений, имеющих быть опубликованными дополнительно отдельным сообщением, определенно указывает в таких случаях на сравнительно небольшое (во всяком случае вполне допустимое при практикующихся скоростях) увеличение удельного сопротивления пласта. Наши выводы в этом направлении не совпадают с результатами, приведенными в статье Н. М. Мареевского (см. „Сельское и лесное хозяйство“ кн. 8. 1923 г. „К вопросу о наивыгоднейших скоростях трактора при вспашке“), и некоторым цитируемым им материалом, но вполне согласуется с данными M. Ringelman'a и Bernstein'a. **)

Поэтому-то из возможных скоростей для вспашки, повидимому, наиболее экономично и рентабельно, особенно при наличии конструктивных особенностей легкого американского трактора, считать вторую. К тому-же нас побуждают и некоторые наблюдения над прочностью рабочих частей и результаты некоторых подсчетов, приведенных в изложении ниже.

Перевод на вторую скорость, правда, давал обычно некоторое увеличение процента буксования, но пределы его изменения весьма незначительны (см. таб. № 7) и могут считаться вполне допустимыми.

При работе на залежи и дренированном болоте тяговое использование мощности Fordson'a даже на вторых скоростях возможно всего повидимому до 7—8 лош. сил,—применение же уширителей позволило повысить эту мощность на тех же участках до 10—11 лош. сил, при чем заглушение мотора в работе даже в таких случаях не чувствовалось. Повидимому применение дополнительных ободьев должно быть признано мерой весьма рациональной, дающей возможность либо значи-

---

*) Результаты работ Prof. Davidson'a of Ames—Jowa 1919 г.

**) Проблемы экспериментальной механики моторных плугов Инж. д-р. Р. Берштейн публичные испытания машин мотокультуры в Grigny и Chur—Cossigny Bull. 1915 г. М. Ринжельмана.

тельно уменьшить %% буксования, либо увеличить тяговые возможности, либо одновременно изменить и то и другое; постановка же уширителей в обработке черных паров, особенно при работе по боронованному полю, является, пожалуй, единственной возможностью использования тракторной тяги.

International на легкой почве, как на первой, так и на второй скорости дал всего 40—50% нормальной тяговой мощности (20—25% тор. мазной мощности), при чем увеличение тяги с 320 до 490 klg. сопровождалось увеличением % буксования с 12,8% до 38,4%! Тяга в 490 klg. по легкой супеси оказалась предельной. Лопатка в сцеплении повидимому достаточно надежна для суглинка (возможна нагрузка до 680 klg. при 16,7% буксования).—Для почв подобных клеверному пласту в таб. № 7, но для нормальной структуры белорусских супесей она так же, как и лопатка Fordson'a, повидимому, чрезмерно слаба.

Заглушить мотор International'a в тяге не удается, а некоторые суб'ективные впечатления от его работы указывают на бо́льшую мощность и бо́льшую надежность его по сравнению с мотором Fordson'a, что вполне согласуется с данными тормазных испытаний и промерами рабочих элементов цилиндров двигателя (см. выше тормазные испытания табл. № 1 и № 2).

В примечании к таб. № 7 следовало бы так-же отметить сравнительно большие колебания в скоростях трактора Fordson являющихся результатом отсутствия автоматической регулировки и установки в ручную рычага открытия смеси и жиклера корбюратора.

О работе и устройстве колесного хода.

Теоретически сцепление колеса с почвой следует рассматривать, с одной стороны, как передающее работу промежуточное звено и, с другой, как соединение с почвой, величина которого безусловно должна быть достаточна для того, что-бы противостоять передаваемому усилию. Как крайность должны получиться остановка мотора или буксования колес. В обоих случаях необходимо считаться с самым разнообразным состоянием почвы, рабочие размеры лопатки расчитать на наиболее неблагоприятные условия, оставляя возможность уменьшать нагрузку и стараясь при других, более благоприятных, случаях по возможности увеличить ее. К сожалению, существующие теоретические предпосылки в разработке механизма сцепления лопатки с почвой не могут дать надежных указаний, при построении подобных исследований и свести разрешение вопроса подбора нормальных размеров шпорового устройства к решению подобных задач методами, практикующимися в общем машиностроении.

В направлении изучения технологических процессов в почве интересны, но к сожалению так же мало исчерпывающи опыты Prof. Puchner'a Haberland'a, Martoni, Zeve и др., указывающие на некоторые

предельные нормы сопротивляемости пласта *). К сожалению во многих случаях эти данные мало надежны, в большинстве имеют дело с чисто искусственными образцами, во многих случаях результаты их не вполне совпадают, а иногда даже противоречивы, а сам материал к тому же слишком мало разработан для того, что-бы служить основанием технических подсчетов. Уже одно влияние влажности почвы вносит весьма существенные поправки и коренным образом нарушает всю стройность теоретических построений. Но некоторые примерные подсчеты и указания, исходящие из рассмотрения этих цифр, с одной стороны, и полевых наблюдений, с другой, в применении к подсчету в обычной схеме определения прочных размеров, как будет видно из последующего, могут быть все же не безинтересными.

Поэтому приведенные ниже указания, имеющие цель такого предварительного анализа и отличаются большой схематичностью,—детальный теоретический анализ работы сцепляющей лопатки имеет быть поставлен в связи с работами станции по изучению физико-механических и технологических процессов воздействия на структуру почвы со стороны почвообрабатывающих орудий.

Вращение ходового колеса, а следовательно, и работа механизма сцепления с почвой, помимо преодоления сопротивлений разного рода трений, должно сопровождаться неизбежными деформациями пласта. При чем очевидно, что из возможных деформаций (с одной стороны, деформации смятия пласта боковым давлением лопатки, а с другой, либо срез, либо изгиб и выворачивание пласта) наиболее вероятны те, сопротивляемость которым со стороны пласта менее надежна. Поэтому зависимость между основными размерами зацепляющей лопатки и должна находиться в соответствии с возможностями сопротивляемости пласта действию различных усилий и численно должна быть прямо пропорциональна их взаимному соотношению. При таком представлении не принято во внимание спрессование почвы вертикальным давлением колес (см. табл. № 5 и замечания выше).

Очевидно, увеличение лопатки в ширину (вернее не лопатки, а ее проэкции $a\cos\alpha$, где α угол наклона лопатки к боковой поверхности обода), должно значительно увеличить поверхность смятия, незначительно повысить общую сопротивляемость срезу пласта, и при наличии возможности изгиба вследствие увеличения момента сопротивления уменьшить опасность выворачивания; увеличение же лопатки в высоту дает уменьшение напряжения смятия и сдвига, но представляет большие опасности в смысле возможности выворачивания пластов (вследствие увеличения изгибающего момента, как результат увеличения плеча действия силы), при чем следует отметить, что это явление особенно возможно и вероятно при недостаточном расстоянии между соседними шпорами.

---

*) F. Haberland Ueber die Kohäreszenzverchältnisse verchiedener Bodenarten.
K. Heinrich: Grundlagen zùr Beùrteilùng der Ackerkrùme. Wismr.
H. Pùchner: Untersùhungen über die Kohäreszenz der Bodenarten*.

В нижеследующей табл. № 9 приведены промеры сцепляющих лопаток тракторов:

Таб. № 9.

	Ширина обода в cm.	Диаметр обода в cm.	Число лопаток (шпор).	Расстояние между ними. l в cm	Высота лопатки. h cm	Угол наклона. α_0	Длина лопатки. a в cm
Fordson 10–20	30	107	14	24	7,5	40°	372
International 10 - 20 .	300	107	16	21	10,6	33°	330

В результате такого устройства (лопатка высока, излишне густа постановка лопаток по ободу) при испытаниях трактора International замечалось помимо сильного забивания между лопатками особенно на влажных почвах смятие пластов и их выворачивание. Вполне понятно, увеличение влажности почвы уменьшало надежность работы лопатки довольно значительно *).

В испытаниях *на под'еме клеверища, при буксовании* доходящем до 20%, средняя величина линейного смятия пласта доходила до 50m/m (т. е. 20%!),—такое значительное ослабление размеров пласта, а, следовательно, и ослабление момента сопротивления изгибу безусловно должно способствовать выворачиванию и выбрасыванию пластов. Поэтому то и наблюдаемые в таких случаях деформации совершенно исключали явление среза и носили характер излома действием изгибающего момента.

Частичное выбрасывание шпор и увеличение расстояния между ними на 50 m/m (постановка болтов на следующее отверстие по ободу), очевидно, должны создать лучшие условия сопротивляемости изгибу, уменьшить залипание и % буксования колес.

Действительно:

Табл. № 10.

Рельеф поля.	Нормальная постановка. Буксование в %%	При прореженных шпорах. Буксование в %% 1 промер.	2 промер.
Горизонтально	8.9	7.4	7.6
Под'ем в 2°	10.8	9,75	10,0
Под'ем в 4°	10,6	9,38	9,6
Под'ем в 6°	15.6	12,6	11,0
Спуск в 4°	7,8	—	—

Примечания: 1. Работа трактора International на 1 скорости. v = 0,9—1 met/sec.
2. Установки плугов на глубину и ширину захвата неизменна.

*) См. результаты опытов Haberland'a и Puchner'a

Повидимому, как из результатов цифрового материала табл. № 10, так и соображений приведенных выше, особо указывающих на слабость сцепления, особенно при работе трактора на рыхлых и слабых почвах, в целях большей надежности трактора International вытекает необходимость уменьшения высоты лопатки, небольшое прореживание лопатки по ободу, а также и увеличение в ширину обода хотя бы до 14″. (350 m/m.).

Соотношения в размерах ходовой части трактора Fordson пожалуй более нормальны. Как показали наблюдения, выворачивание пластов при буксовании часто заменяется срезыванием, а применение уширителей значительно увеличивает тяговые возможности. Общая слабость конструкции сцепления могла-бы быть исправлена, пожалуй, небольшим увеличением лопатки в высоту, а главное, уширением обода хотя бы на 2″—3″. Невозможность заглушить мотор даже на почвах сравнительно прочных заставляет, не прибегая к уширителям, считать это усиление конструкции необходимым.

В табл. № 11 приведены результаты подсчетов напряжений при деформациях смятия, изгиба и среза пластов для колесного хода Fordson и International, а так-же отмечено влияние присоединения добавочных ободьев к Fordson'у и прореживания шпор у трактора International. Попутно для сравнения приведена характеристика работы на наш взгляд более нормальной конструкции шпорового устройства. Подсчеты произведены в предположении одновременного загружения работой двух лопаток на каждом колесе; нормальным расчетным тяговым усилием принято 600 klg. (см. табл. № 7 работа на 2-х скоростях).

Таблица № 11.

Наименование трактора. Оборудование колесного хода.	Площадь смятия (проэкция на норм. пл.) a Sina ст.²	Напряж. смятия $6 = $ gr ст.²	Площадь среза ст.²	Напряж. на срез gr. ст.²	Момент сопротивления изгибу $w = \frac{bl^2}{6}$ ст.³	Момент изгиба klg ст. на 1 лопатку.	Напряж. на изгиб gr. ст.²
1. Fordson без уширителей	230	653	1190	126	2420	540	223
2. Fordson с уширителями	352	425	1610	93	4100	540	131
3. International	254	590	960	156	1850	750	405
4. International при перестановке шпор (См. выше стр. 1. l=26 ст.	254	590	1181	127	2860	750	262
5. При устройстве: высота лопатки h=8,5 ст. ширина обода в=35,6 ст. расстояние между ними l=26 ст.	300	5[illegible]0	1368	110	4000	635	150

В целях некотой расшифровки табл. № 11 ниже приведены для сравнения результаты нескольких опытов по установлению предельных норм сопротивляемости пласта из книги Т. М. Гологурского „Технологические процессы в почве“, Краков 1912 г. (См. стр. 73). Образцы взяты в разных почвах при влажности в 40% насыщения из выемок опытного поля Ягайловского Ун-та и окрестностей Кракова. Механический анализ образцов см. у Т. М. Гологурского.

Табл. № 12.

№№ почв по Гологурскому.	Сопротивление смятию gr. ст. ^{2}.	Сопротивление растяжению grcm^2.	Сопротивление сдвигу gr. ст.^{2}.	Сопротивление кручению gr. ст.^{2}	Примечание.
1	465	89	103	75	
2	439	81	94	68	
3	531	98	114	83	
4	318	74	77	60	
5	485	58	84	52	
6	461	72	91	62	
7	—	—	—	—	

Нам кажется, что из табл. № 11 и 12 ясно видно влияние изменения размеров рабочих элементов лопатки, ненадежность их устройства при заводской конструкции особенно при наличии тех почв, с которыми мы оперировали, а также и некоторые преимущества работы лопатки при измененных размерах.

Добавление уширителей к Fordson'у должно быть признано рациональной мерой, однако размеры колесного хода № 5 должны дать при более удобных конструктивных соотношениях, при наличии сравнительно небольшого уширения обода почти ту-же надежность, что и добавление вторых ободьев, а в работе трактора International такой колесный ход должен уменьшить напряжение изгиба пласта *почти в три раза* т. е. должен парализовать возможность так часто наблюдавшегося выворачивания пластов.

В проэктировании и подобных подсчетах еще раз особо следует подчеркнуть значение влажности. О том как понижается крепость почвенной пробы и величины предельной деформации некоторое представление дают опыты Haberland'a. Данные относятся к изменению сопротивления супеси при ее естественном высыхании.

Табл. № 12.

	Содержание воды в % от веса.					
	11,85%	5,55%	2,59%	1,24%	0,79%	0,66%
Сопротивление сжатию gr. см. ^{2} . .	853	1831	3267	5162	6792	9271
Сопротивление изгибу gr. см. ^{2} . . .	260	1310	2125	5750	7330	7375

Практический характер испытаний не позволил вдаваться в детали разбора одного из основных вопросов изучения технологических свойств почвы. Приводя подсчеты надежных размеров сцепляющей лопатки, автор далек от мысли утверждения их достаточной точности и надежности и приводит их в противовес укоренившегося в современном тракторостроении подбора элементов лопатки на удачу. В результате таких построений масса конструкций совершенно не об'единенных конструктивной мыслью, а зачастую лишенных и всякого смысла.

Основная идея мотокультуры весьма проста и незачем усложнять ее сложными построениями. Безусловно не в сложных конструктивных построениях, часто весьма запутанного, а иногда и непонятного содержания, должно заключаться решение этого вопроса,—оно должно быть гораздо проще.

Подсчетов, подобных вышеприведенному автору встречать не приходилось и предложенные рассуждения являются лишь попыткой применить быть может не вполне готовый материал изучения почвенных деформаций к выработке стандартной конструкции сцепляющей лопатки. Автор вполне ясно учитывает, что почва не металл, что действительная структура почвенных проб Пухнера, Габерлянда.... Гологурскаго может значительно отличаться от действительных почвенных условий особенно при наличии того своеобразного каркаса, который образуют в почве разветвления корневой системы, но все же полагает, что дальнейшая разработка некоторых теоретических обоснований может внести лишь ряд известных корректив, не нарушая общей схемы приведенного подсчета.

Постановке подобных исследований Машиноиспытательная Станция имеет уделить ряд специально оборудованных опытов.

Из наблюдений за работой тракторов на учебных фермах и полях Института.

(К характеристике некоторых конструктивных особенностей).

Автомобилизм дал легкий и в тоже время сильный двигатель, а практикой автомобильного моторостроения в применении к нему разработан достаточно надежный передаточный механизм. Легким моторам свойственна большая подвижность, но к сожалению с ней обычно связано упрощение самой конструкции, а стремление к дешевизне часто совершается за счет прочности. Очевидно, только употребление высокосортных специальных сортов металла на ряду с точным подсчетом напряжений и точным учетом условий прочности должны сопутствовать автомобильному двигателю. Вполне вероятно и возможно поэтому при необычайной дешевизне некоторых американских конструкций (особенно Fordson) натолкнуться на некоторую жидкость и ненадежность устройства, несмотря на все старания тракторных фирм

дать чрезвычайно надежный подбор материала и создать наилучшие технические условия тракторопроизводства.

Следует помнить что трактор не автомобиль, а автомобиль не может быть трактором. Автомобиль предназначен для езды, трактор— для тяги. Эта разница в назначении обусловливает разницу в конструкции. Что нормально возможно и достаточно надежно для двигателя работающего на 30—40% своей мощности, работающего к тому же при больших скоростях, что возможно и надежно для двигателя хорошо подресоренного да к тому же и работающего на пневматических шинах и на хорошей дороге,—может оказаться недостаточно надежным и слабым в условиях работы сельско-хозяйственного мотора и того почвенного рельефа и ненадежного пути, который могут представлять наши поля особенно при ранней весенней вспашке. Ряд приведенных ниже замечаний подтверждают эту мысль.

Коленчатый вал трактора Fordson.

Поломка коленчатого вала трактора Fordson, как будет видно из последующего анализа, явилась результатом такого недостаточно внимательного отношения к конструктивным формам, подбору прочных размеров и подсчетам на прочность, явилась следствием чрезмерного увлечения конструктивной практикой автомобилизма с ее колоссальными допусками и невольного игнорирования в таком увлечении целого ряда специфических условий, неизбежно сопровождающих работу трактора.

Помимо того, к недостаткам конструкций коленчатого вала следует отнести отсутствие сменных вкладышей и непосредственную заливку бабита в опорные части. Подобное устройство ни в коей мере не может гарантировать нормальных условий работы.

Непосредственная и ближайшая причина аварии, недосмотр за состоянием среднего коренного подшипника и его выплавка слишком возможна в условиях технической организации нашего сельского хозяйства.

Ниже приведены результаты механического анализа причин такого разрушения.

В подсчетах опорные реакции трехопорного вала (см. рис. № 5) были найдены исходя из положения Кастильяно, согласно которому, „величины статически неопределимых реакций X должны соответствовать минимуму работы деформаций“ т. е. в предложении:

$$\frac{dL}{dX}=0 \qquad (1)$$

где L представляет работу изгиба и скручивания (Уравнение (1) справедливо при игнорировании напряжения растяжения и сжатия).

Расчетными формулами в развитие этого основного положения

для определения опорных реакций вала А, В, С, в таком случае явятся*).

$$A=\frac{P_4 a_1+P_3 a_2+P_2 a_2+P_1 a_4}{2l}-\frac{C}{2}=A_1-\frac{C}{2}$$

$$B=\frac{P_1 a_1+P_2 a_2+P_3 a_3+P_4 a_4}{2l}-\frac{C}{2}=B_1-\frac{C}{2}$$

$$C=A_1+B_1-\frac{a_4-a_1}{2l}(P_1+P_4)-\frac{a_3-a_2}{2l}(P_2+P_3)$$

(обозначения см. рис. № 5).

Опорные реакции подсчитаны в предположении максимума давления при вспышке $P_2=25$ атм. (см. Г. Гюльднер „Двигатели внутреннего сгорания" и указания Hütte т. II),

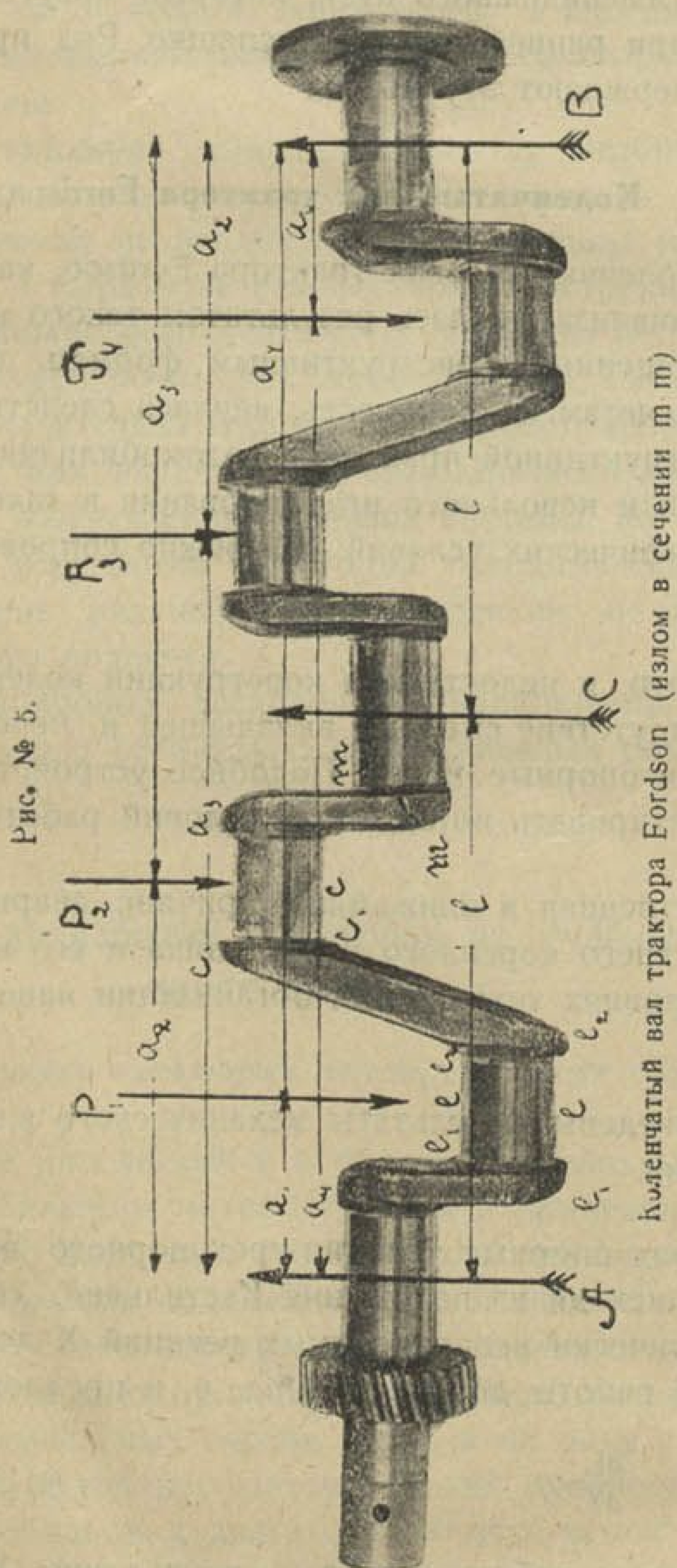


Рис. № 5.

Коленчатый вал трактора Fordson (излом в сечении m m)

*) См. Г. Гюльднер „Двигатели внутреннего сгорания. Их конструкция и работа, их проектирование. Авторизованный перевод Н. К. Парнутьева 1916 г.

В таблице № 14 сведены результаты подсчетов напряжения наиболее опасных сечений вала при наличии максимально возможного момента изгиба и поочередной вспышки в первом и во втором цилиндре. *) Напряжение изгиба найдено в предположении суммарного момента по формуле Sent Venan'a:

$$M = 0{,}35\,M_{изг} + 0{,}65\sqrt{M_{изг}^{2} + M_{кр}^{2}}$$

Так как выплавка среднего подшипника должна свести условия равновесия к рассмотрению двухопорной балки, сводка в таблице № 14 пополнена подсчетом напряжений тех же опасных сечениях при тех же условиях, исходя также из условий отсутствия третьей опоры.

Таблица № 14.

Основные размеры: Диам. вала—5 cт. момент. сопрот. W—12,3 cm^3.
в т. „m" „e" Сечение щеки—2,2×6,8 cт. . . . . . . W— 6.0 cm^3.
в т. „c" „e_2" . . . . 3,2×6,8 cт. . . . . . . W—11,6 cm^3.

Характер работы. мотора.	Опорные реакции.			Напряжение в klg на ст. ^{2}.									
	A.	B.	C.	Сечение m. В щеке.	Сечение m. На шейке.	Сечение c.	Сечение c в щеке.	Сечение c.	Сечение e. На щеке.	Сечение e. На валу.	Сечение e_2. На щеке.	Сечение e_2. На валу.
При $P_1 = P_z = 1900$ klg и $P_2 = P_3 = P_4 = 0$ . . .	1300	0	600	450	220	395	495	1050	**1300**	635	860	810
При $P_2 = P_z = 1900$ klg. $P_1 = P_2 = P_3 = 1900$ klg.	520	0	1380	970	470	890	780	390	520	250	565	525
При C=0 и $P_z = P_2$ $P_1 = P_2 = P_3 = 0$.	1210	690	0	**3750**	1820	2080	1810	885	1200	625	1300	1210
При C=0 $P_1 = P_z = 1900$klg. $P_1 = P_2 = P_3 = 0$ . . .	1600	300	0	1610	790	920	1090	1200	1600	780	1180	1120

Итак излом не по шейке вала, а по щеке, из результатов таблицы № 14 вполне естествен. Несоответствия в напряжениях щеки и шейки вала в точках m и e, указывают на конструктивное несоответствие их относительных размеров. Следует заметить, что конструктивная практика выполнения автомобильных четырехцилиндровых двигателей (см. Г. Гюльднер „Двигатели внутреннего сгорания") дает средние величины отношения толщины щеки к диаметру шейки ≌ 0, 6, и в действительности утолщение щеки до 30 м. м. (от 23 м. м.) должно увеличить момент сопротивления изгиба до $W = \frac{bh^2}{6} = 10{,}2$ и уничтожить разницу в напряжениях шейки и колена, сведя напряжение наиболее опасного сечения от 3.700 до 2. 100 кил./см.!

Соотношения в размерах щеки и шейки в сечениях e_2 и c—c, следует признать вполне нормальным.

*) Подсчеты произведенные при максимальном значении Мкр. (положение кривошипа под 35°) дают несколько меньшие величины.

Результаты металлографического анализа, произведенного в лабораториях завода „Красный Путиловец“ указывают на марганцево-хромово-ваннадиеву сталь состава:

C=0,37% Mn=0,87 Ni=нет P=0,02.
Li=0 26% Cr=0 96 S=0,026 Va

„с наличностью в средине твердого раствора со следами крупнозернистой структуры и местами наблюдавшимся троститом (у поверхности распавшийся твердый раствор сорбитного типа). Первоначальная структура более мягка, что дает возможность предположить применение мягкой закалки (в масле или в теплой воде)“.

Указания H. Ford'a дают для подобных сталей „сопротивление разрыву 170.000 фун.“ По Hütte для сталей Беллера *) служащих для автомобильных коленчатых валов.

Таблица № 15.

Марка.	Сорта стали.	Сопротив. разр. klg/mm².	Предел упруг. klg/mm²	Удлинение в %.	Сжатие в %.
YD	Хром. Ник. Ваннад.	105—120	95—100	13—10	55—45
PA	т о ж е.	93—105	78—93	15—12	60—50
NC	т о ж е.	80—90	60—70	14—11	60—50

Следовательно, при изготовлении вала из стали подобного качества даже в случаях выплавки подшипника наиболее опасное сечение все же имеет двух-трехкратный запас прочности и если в таблице № 14 и следует признать величину напряжений превосходящими всякие нормы

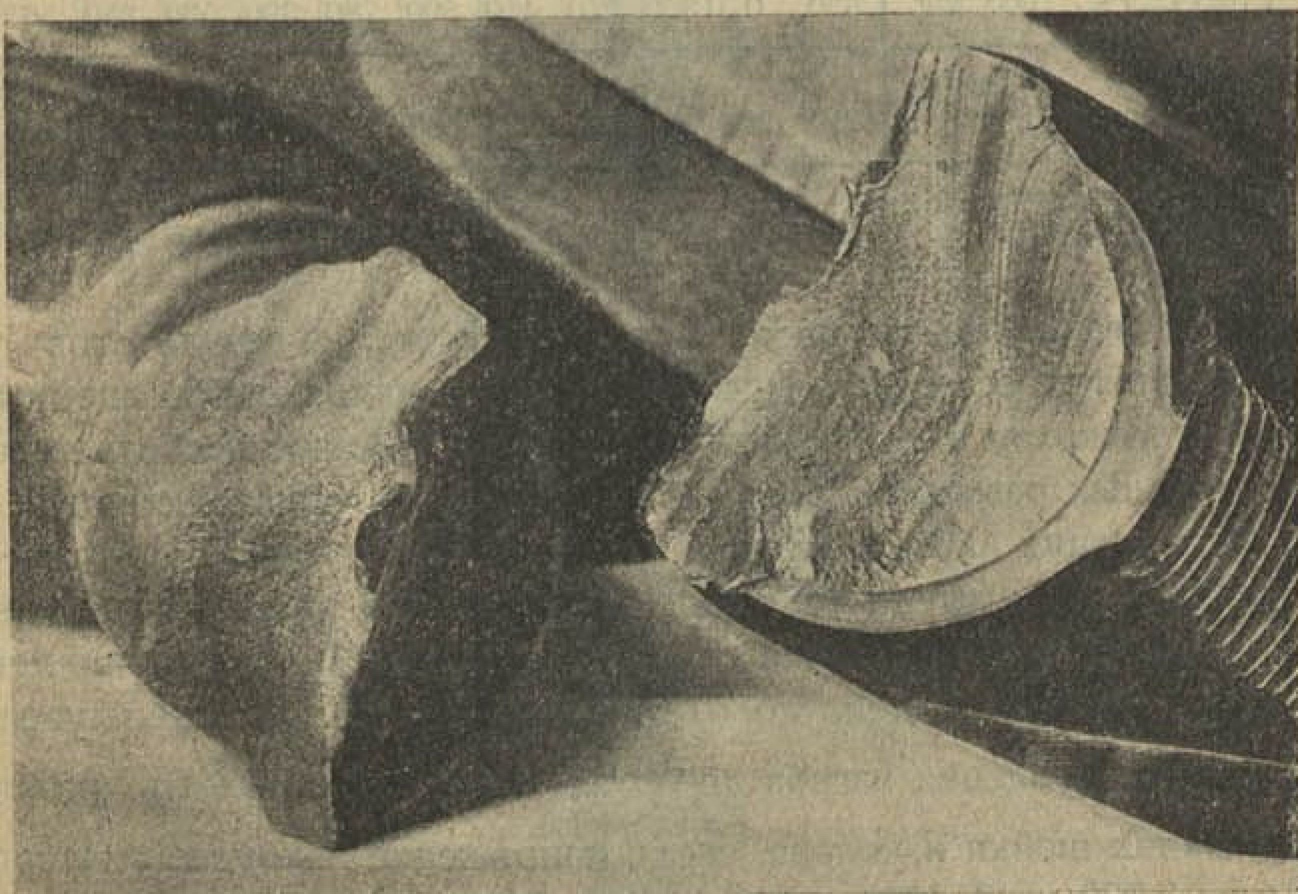


Рис. № 6. Коленчатый вал трактора Fordson в изломе.

допусков и если вполне понятно место наиболее слабого сечения и разрыва, то все же причины разрушения не совсем ясны.

*) См. Hütte m 1 стр. 540.

Характер и структура излома (см. рис. 6), повидимому, начавшегося по окружности шейки приблизительно на протяжении $^{1}/_{3}$, а затем уже постепенно перешедшей к наиболее слабому сечению щеки, заставил нас вспомнить результаты некоторых аналитических подсчетов проф. Fёppl'я *) относящихся к исследованию результатов работы валов с острым заточками и анализу подобной поломки, и при ближайшем рассмотрении рис. № 6 заставило основной причиной разрушения считать помимо слабости щеки в толщине и отсутствия средней опоры, недостатки чрезмерно острых скруглений вала при переходе от точеной шейки к щеке. Излом проходит в таких случаях весьма точно по окружности закраины и не спасают даже с избытком взятые размеры, ибо напряженное состояние материала сильно ухудшено таким внезапным изменением сечения в местах перехода.

Приводимый проф. Fёppl'ем подсчет, почти единственный теоретически обоснованный в литературе, **) в котором он исходит из предположения возможности максимального напряжения столь же большого, как и напряжение полого вала с внешним диаметром $\frac{d}{2}$ и толщиной стенки $b = rm$, подчеркивает, что даже тогда, когда радиус закругления r составляет только 0,1 радиуса вала $\frac{d}{2}$ напряжения сдвига τ в корне шейки может *более чем вдвое* превзойти напряжения по окружности. При меньших скруглениях опасность излома еще значительнее.

Промеры заточек по излому дали:

радиус заточки $r = 2{,}1$ m/m.
радиус вала $R = 25$ m/m. $r : R = 0{,}078$ (!?)

На наш взгляд это-то отношение при недостаточно прочных размерах щеки и может послужит единственным об'яснением и характера структуры излома, а также и причин, повлекших разрушение материала.

Поэтому то при заказе сменного вала (запасных валов на складах не оказалось) Машиноиспытательная Станция сочла необходимым утолщить щеку до 29 m/m., а радиус заточки в шейках увеличить до 5 m/m. Следует отметить, что даже при изготовлении вала (за отсутствием высоких марок ванадиевных и автомобильных сталей) из обычной железнодорожной стали марки П (вагонные оси), случившаяся во время студенческих учебных работ вторичная выплавка тех же подшипников, случившаяся, кстати сказать, при наличии значительно худших условиях на этот раз на крепости вала совершенно не отразилась.

Считаясь же с условиями и возможностями технического ухода конструкцию двухопорного вала трактора International в отноше-

*) См. Zeitschrift des Vereines Deutch Ing. 1906 г. стр. 1032, также 1909 г. стр. 295.

См. также Ensslin „Mehrmals geladerte kurbelwellen mit einfacher und doppelter kröpfund".

**) По железнодор. правилам (см. „условия поставки материалов для вагонных осей" испытания на разрыв стали П должны давать до 6.000 klg|cm² сопротивления и не менее 15% удлинения. Пробы подвергаются также действию ударной нагрузки.

нии как целесообразности, так и прочности на наш взгляд следует считать более надежной, так как в условиях жизни нашего сельского хозяйства выплавка подшипников явление слишком обычное и слишком возможное. Большие размеры (диаметр вала – 65 m/m., размеры щеки 50 × 100 m/m.) при подсчетах дадут напряжение на изгиб у шейки $\delta = 1.300$ килгр/сант^2 и у щеки $\delta = 750$ килогр/сант^2, подчеркивая наличие быть может излишне массивной щеки и весьма надежной в смысле крепости всей конструкции вала. Наличие бронзовых вкладышей вместо непосредственной заливки бабитау Fordson'а безусловно следует считать весьма рациональным. За время 80 дневной работы International'а не замечено ни малейшей неисправности в работе вала.

К сожалению, все значение надежных и точных подсчетов в практике машиностроения весьма часто постигается лишь после знакомства и детального анализа тяжелых последствий таких конструктивных ошибок. Едва ли при проектировании вала были точно учтены условия прочности и приняты во внимание все особенности приведенного выше подсчета. По крайней мере результаты вышеприведенного анализа этого не подтверждают.

Коробка скоростей.

Следует отметить, что надежное устройство передач и коробок скоростей даже в автомобильной практике дается не легко и к сожалению в современных конструкциях до сего времени не выработано вполне определенного взгляда и вполне определенных стандартных норм. Помимо того и типы автомобильных конструкций, коими часто руководствуются конструкторы, безусловно по отношению к допускам тракторостроения далеко не всегда надежны, хотя бы уже по причине быстроходности и меньших передаточных чисел автомобильных установок, работающих к тому же далеко не полной нагрузкой. Продолжительные работы трактора International на первой скорости с 4-мя корпусами 14" плугов, окончившиеся по истечении всего одного сезона работ износом конической зубчатки, (передача от коробки скоростей к дифференциалу) особо свидетельствуют о том же чрезмерном увлечении автомобильными конструкциями и особо подчеркивают эту мысль (см. рис. № 7).

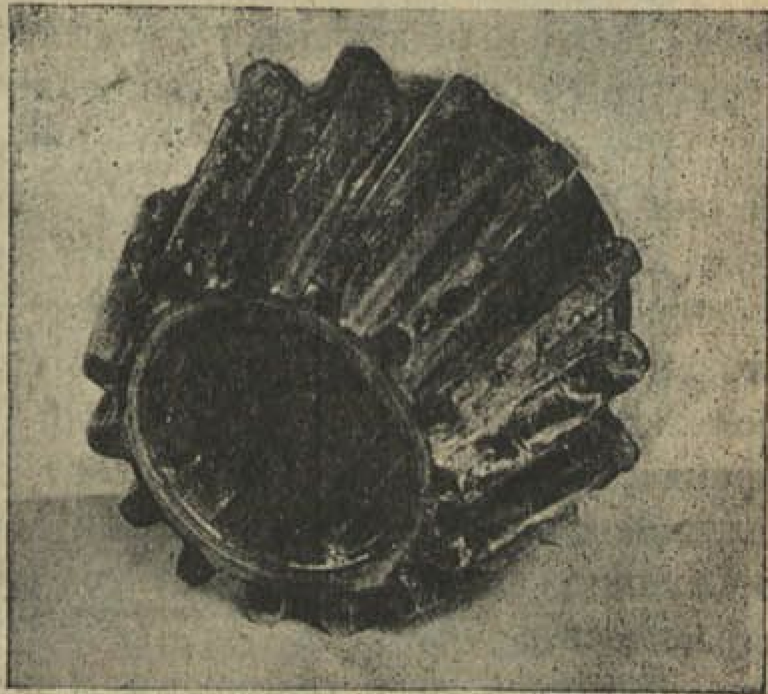


Рис. № 7.

В таблицах № 16 и № 17 приведены результаты подсчета напряжений на изгиб в зубцах передач по нормам, указанным у Hütte (том I стр. 903). Напряжения при скоростях переднего хода подсчитаны при

условии передачи нормальной тормазной мощности в 20 HP,—напряжения же передач заднего хода отнесены к обычно принятой в таких случаях половинной нагрузке.

Так для трактора International:

Таблица № 16.

	Передаточн числа в коробке скоростей.	Мкр.	Напряж. на изгиб в зубч. коробки скоростей klg/cm².	Напряж. на изгиб выводной конич. зубчатки klg/cm².
1 скорость	$n_1 = \frac{16}{45}$	1432,4	1860	3150
2 "	$n_2 = \frac{21}{40}$	1432,4 2640	1420	2170
3 "	$n_3 = \frac{25}{36}$	1432,4 1950	1510	1600
Задний ход	$n_4 = \frac{21}{15} \cdot \frac{20}{40}$	1432,4 1020 2040	710 530	835

Для трактора Fordson:

Таблица № 17.

	Передаточн. числа в коробке скоростей.	Мкр.	Напряжение на изгиб в зубч. перед. коробки klg/cm².
1 скорость ...	$n_1 = \frac{23}{24} \cdot \frac{17}{30} \cdot \frac{13}{34}$	1432,4 1420 2340	980 1380 1550
2 " ...	$n_2 = \frac{13}{34}$	1432,4	960
3 " ...	$n_3 = \frac{23}{24}$	1432,4	985
Задний ход ...	$n_4 = \frac{23}{24}$	1432,4 1420 1350	490 730 450 600

Судя по результатам таб. № 16, напряжение зубчатки International даже для хорошо выполненного фабриката из никкелевых автомобильных сталей, черезмерно велики*) и выкрашивание зубцов конической шестеренки (k_2 = 3100 klg/cm²!) особенно при продолжительной работе на 1-ой скорости вполне естественно. Быть может и 2-ая скорость (судя по результатам табл. № 16) окажется недостаточно надежной.

---

*) По Hütte стр. 903 т. 1

допуски для зубцов: { Чугун—300 klg/cm². Литая сталь 900—1000 klg/cm².

автомобильные и авиационные двигат. { Никкелевая сталь—1800 klg/cm².

Размеры передач у трактора Fordson при наличии хорошего фрезированного зуба вполне допустимы и в действительности каких-бы то ни было неприятностей в работе даже сколько нибудь заметного износа зубьев по истечении сезона работы Fordson'a (при сравнении восковых слепков) замечено не было.

Червячная передача.

Вопрос о возможности применения в качестве конечной передачи к дифференциалу червячной в тракторостроении, вопрос сравнительно недавнего происхождения и наличие червяка в конструкции Fordson'a поэтому должно быть признано одной из весьма характерных особенностей устройства. Мы не имели ни времени, ни возможности проверить некоторые указания о работе Fordson'ов в условиях Юга России отмечавших слабость в конструкции и быстрое изнашивание червяков *). Основываясь на результатах работы всего одного сезона безусловно трудно дать определенные указания о степени ее надежности.

Промеры изнашивания червяка дали весьма незначительную величину истирания, однако высокое нагревание масляной ванны заднего моста заставило нас произвести подсчет на прочность, небезинтересные результаты которого мы приводим ниже **).

Напряжения на изгиб klg/cm ^{2}.

Таблица № 18.

	Мкр. klg/cm.	Мизг. в зубцах klg/cm.	Напряж. на изгиб klg/cm ^{2}.
1 скорость . . .	5200	2300	740
2 „	2800	1220	400
3 „	1110	495	160
Задний ход . . .	2900/2	645	208

При нормальных допусках. (См. Судаков „Тракторы" стр. 221. См. так-же Берлов „Детали машин") для червячного колеса возможно напряжение на изгиб $k_b = 450$ klg/cm ^{2}, поэтому то в результате подсчетов табл. № 18 следует отметить некоторые ненормальности работы на первой скорости и вполне надежные размеры червяка для рабо-

*) См. статью инж. Волховитинова в жур. „Вестник Металлопромышленности", „Из русской тракторной практики"

**) Червяк Fordson'a стальной, червячное колесо—бронза.

Червяк трехходовой. Размеры: Диаметр червяка 7.2 cm. Шаг зацепления—2,0 cm. Диаметр колеса 39,4 cm. Ширина червячного колеса у основания 7,0 cm.
Момент сопротивления зубца изгибу на червячном колесе $w=3,1$ cm ^{3}.

ты на 2-ой. Вполне понятно, что сравнительно кратковременная загрузка трактора 1-ой скоростью могла на прочности совершенно не сказаться, что безусловно не исключает возможности срабатывания передачи при более продолжительной работе.

В предупреждение же излишнего нагревания и изнашивания для быстроходных червяков (см. Берлов „Детали машин") должно быть соблюдено равенство.

$$N = K\,Zt^2, \text{ где:}$$

N—мощность

Z—число ниток на ход винта

t—шаг в ст.

K—коэф. зависящий от числа обор. и ниток.

(По Берлову для наших условий K = 0,2—0,3).

Или при численной подстановке, для нашего частного случая.

$$K = \frac{N}{kt^2} = 1{,}33.\ (!?)$$

Хотя грузовики Пакард'а при K = 0,73 и работают довольно исправно, все-же достаточно ясно, что при к = 1,33червяк Fordson'а работать нормально не может и перегрев масляной ванны неизбежен.

В работах замечалось нагревание до невозможности держать ногу на заднем мосту.

Устройство клапанов.

В таб. № 19 приведены промеры диаметров стержней клапанов трактора Fordson по истечении 180 и 250 час. работы и для суждения, о характере и степени их ослабления попутно приведены величины относительного уменьшения сечения в %. Данные являются средними из 4-х промеров микрометром:

Таблица № 19.

№№ клапанов.	Диам. стерж. m/m			Площадь сечения стержней m/m.			Уменьшение в %.	
	До работы.	180 ч. раб.	250 ч. раб.	До работы.	180 часов.	250 часов.	180 часов	250 часов.
1	7,85	7.24	6,90	48.5	42,3	37,3	12,7	23,1
2	7,85	7.85	7,85	48 5	48,5	48,5	—	—
3	7,85	7,85	7,85	48,5	48,5	48,5	—	—
4	7,85	7,23	6,13	48 5	41,0	29,4	14.8	39,
5	7 85	7,52	6,54	48.5	44,7	33,7	7,9	30,7
6	7,85	7,85	7,84	48 5	48,5	48,4	—	—
7	7,85	7,85	7,84	48,5	48.5	48,4	—	—
8	7,85	7,55	6 20	48 5	44,8	40,8	7,6	15,8

По вполне понятным причинам раз'едание коснулось исключительно клапанов на выпуск (см. рис. № 8) при чем потери в полезном сечении шейки клапана доходят до 39% (при 250 часах работы), — материал клапанов безусловно слаб.

Помимо того, слабость закрепления клапанных конусов повлекла к деформированию самого крепления, к вытягиванию стержня и неплотностям в закрывании. Как следствие, наблюдалось значительное ослабление компрессии и сильные нагары на клапанах. Падение мощности мотора ощущалось в таких случаях довольно ясно (до 30%). Повидимому и конструкция клапанов также нерациональна.



Рис. № 8.
Клапан трактора Fordson после 250 час. работы.

Случившаяся в силу этих причин отломка клапана к счастью не могла повредить блока цилиндров благодаря высокому достоинству Ford'овских отливок и окончилась искрошением в цилиндре головки клапана.

Высокая температура отходящих газов и сравнительно неблагоприятные условия работы должны побуждать к более осторожному выбору материала даже таких легко сменяемых частей.

Судя по наблюдениям, устройство клапанов трактора International значительно надежнее, как в смысле конструкции так и материала.

В дополнение к приведенному выше ряду цифровых примеров явившихся следствием анализа некоторых на наш взгляд весьма характерных поломок, имевших целью оттенить некоторое излишнее увлечение (особенно „Fordson") красотой и изяществом внешних форм современных автомобильных конструкций в ущерб их прочности, ниже приведены дополнительно результаты некоторых наблюдений за работой тракторов на полях учебных ферм.

Так в отношении трактора Fordson:

1. При промерах отливки блока цилиндров и изготовленных с ним заодно верхних опор коленчатого вала а также взаимного расположения плоскости нижних кромок цилиндров и оси опорных подшипников, замечена их непараллельность; что при необычайно точно без запаса подобранной длине цилиндра создало особенно при подработанном подшипнике, возможность выскакивания, удара и разлома поршневого кольца. Разница в положении кромки первого и четвертого цилиндра относительно коренных подшипников при промере оказалась равной 4 m|m (?!) и если принять во внимание обычный выход при конструкции Ford'a поршневого кольца наполовину (при ширине кольца 6 m|m), то вполне естественное следствие — случай нашей практики: побитое кольцо и отлом конца поршневого стакана.

2. При разборке дифференциала замечена изношенность и довольно значительное смятие валиков конических шестеренок.

3. Замечена так-же сработанность передач на рулевые тяги и сработанность самих тяг автомобильного передка, давшая к концу сезона мертвый ход до 15°.

4. В устройстве ходовой части (см. так же результаты полевых испытаниях) следует отметить неприспособленность шпорового устройства к перевозке по шоссейным дорогам, (наличие глухого прикрепления шпор к ободу). В результате дорожной тряски и отсутствия бандажей, к концу сезона весьма рельефно были выражены трещины на выхлопной трубе и станция была вынуждена прибегнуть к автогенной сварке.

5. В отношении работы питающих аппаратов, следует признать работу карбюратора Holey безукоризненной. Забивание фильтров весьма редко. Единственнный крупный недостаток в системе питания—отсутствие автоматической регулировки (см. „тормазные испытания"), сопровождавшийся весьма ощутимыми в практике полевых испытанных недостатками регулировки в ручную.

Постановку автоматического регулятора к тракторам Fordson станция считает необходимой. Интересна конструкция американского регулятора „Taco", в устройстве приспособленного к постановке на тракторы Fordson'a и применяющегося в американской тракторной практике. (см. Корсунский „Тракторы" Нью-Иорк 1922 г).

6. Устройство зажигания низкого напряжения Ford'a создает большие неудобства при пуске двигателя особенно в холодную погоду; работа на Magnetto. Діхі (Shitdort) трактора International, снабженного к тому же искроусилителем, безусловно более надежна У трактора Fordson сработался за время работы всего один контакт,—повидимому замена контактов, не такое уж больное место особенно при наличии чрезвычайной легкости их сменяемости.

7. Присутствие большого количества грязи в воздухоочистителях после работы особо подчеркивает необходимость промывки и очистки воздуха поступающего в мотор и целесообразность применения таких устройств, кстати сказать, являющихся новостью современных тракторных конструкций. Смена воды в воздухоочистителе International происходила значительно реже, чему способствует большая емкость водяного бака и наличие подвода воздуха с верхних слоев.

К замечаниям о работе трактора International'a следовало бы добавить:

1. Ненормальное устройство чугунных втулок ходовых колес ослабленных их частичным раз'емом и необходимость подтягиваvния такого раз'ема болтами. Подтягивание болтами чугунных фланцев, заставляет чугун работать на изгиб. При таких условиях, особенно при большом % буксования при работах на легких и особенно каменистых почвах, благодаря неоднородности тягового усилия и наличия частых толчков и ударов, особенно при трогании с места, поломка втулки оче-

видно вполне естественна и возможна. Результаты такой поломки приведены на рис. № 9.

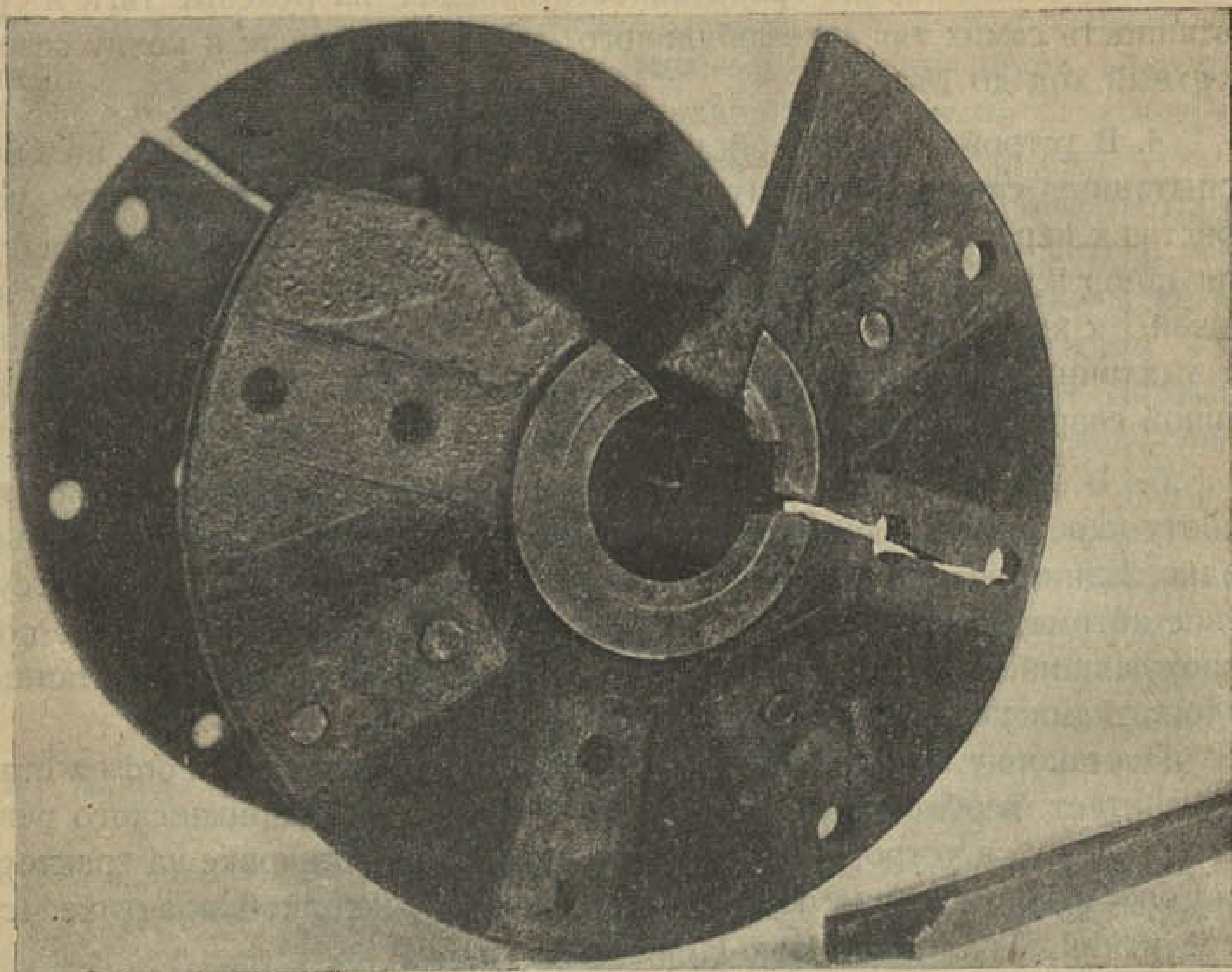


Рис. 9. Втулка ход. колес тракт. International в изломе.

2. То же непостоянство тягового усилия, толчки и удары столь обычные в условиях почв Западного края, особенно при наличии большого количества камней (см. выше диаграммы № 8,910) послужили причиной выкрашивания фланцев заднего моста в местах подвеса и закрепления тяжной рамы. Помимо неудобств конструкции, в которой чугуну приходится работать на изгиб, размеры фланца слабы, да и качество чугуна вероятно значительно уступает фордовским отливкам.

3. Сработанность шариков опорного подшипника у конической шестеренки (см. рис. № 7) к дифференциалу сопровождалось разработкой шариковых гнезд и разлом шарикового кольца (отливка из бабита).

К недостаткам карбюратора Ensign следует отнести сравнительно частое засаривание фильтров, прочистка и осмотр которых правда весьма прост.

Смазка трактора весьма надежна. Устройство шестереночного насоса для смазки под давлением наряду с разбрызгиванием способствует весьма надежной циркуляции,—збрызгивания свечей не наблюдалось. Работа подшипников полне надежна и нормальна; подшипники—на шариках.

4. Устройство тракторной рамы и экипажной части в конструкции International весьма надежно, а наблюдения за работой трактора указы-

вают на крайне спокойную и равномерную работу. Безрамная конструкция Fordson'a в этом отношении, как показали наблюдения значительно менее надежна. Тех сотрясений, которые наблюдались при работе Fordson'a в работе International'a не замечено. Работа мотора весьма спокойна.

Заключение.

Резюмируя сводку результатов следует отметить:

1. Некоторое быть может излишнее упрощение устройства мотора и его оборудования у трактора Fordson, сопровождающееся как ненадежностью работы материала, так и капризами двигателя особенно при пуске в ход (зажигание, регулировка). Упрощение устройства экипажной части, сводящейся к безрамной конструкции сопровождалось меньшей надежностью в смысле устойчивости.

В качестве примеров выше были приведены результаты некоторых поломок и механического анализа причин повлекших разрушение. Излишнее увлечение практикой современного автомобилизма особенно сказалось на конструкции Ford'a.

2. Следует подчеркнуть большую надежность устройства трактора International, большую солидность его устройства (рамная конструкция, больший момент устойчивости) и большую надежность в смысле устройства и оборудования двигателя.

Присутствие автоматической регулировки и зажигание от Magnetto высокого напряжения выгодно отличают его от Fordson'a.

3. Результаты тормазного испытания дали пределы тормазной мощности несколько различные для обоих машин. Более надежное устройство моторов International и несколько большие размеры цилиндров двигателя (108×127 m/m) сопровождались наличием большей мощности.

Так при нормальных оборотах тормазного шкива на тормазе:

для Fordson при . . . 1000 об. в мин . . . . 19,6 лош. сил.
International . . . . . . 645 об. в мин . . . . 23 лош. сил.

Весьма характерно, что maximum мощности для International (645 об. торм. шкива—1000 об. мотора) является в тоже время мощностью и экономически наиболее рентабельной (η=19%; η_2=16,8%).

При нормальных оборотах Fordsona (1000 об. в минуту) К. П. Д. падает и расход топлива является увеличенным против минимального почти на 11%. Экономически наиболее рентабельна мощность в 16,6 лош. сил. при К. П. Д. =η16,7%.

Отсутствие автоматической регулировки у мотора Fordson в работе сказывалось весьма резко.

4. Условия рыхлых и слабых в структуре почв Белоруссии, почв со сравнительно слабой сопротивляемостью механическому воздействию, выдвинули на особое место изучение работы и степени надеж-

ности колесного хода. Применением почвенного бура профессора Г. Ф. Дояренко и обработкой результатов пикнометрическим методом удалось уловить величину изменения в характере скважности и аэрации после прохода ходовых колес и численно указать на степень разрыхления почвы действием колесного устройства Fordson и уплотнения колесами трактора International, уплотнения правда весьма незначительного и по числовому значению не превышающему действия нажима копыт лошади.

5. Промеры тяговой мощности на пробе производившейся при некоторых вариациях, возможных в структуре и составе Белорусских почв, дали для легких супесей весьма незначительную величину, падающую в особо неблагоприятных случаях всего до 20% торм. лош. сил. (численно до 4—5 лош сил). Для более плотных почв (супесчаная залежь, дренированное болото) для Fordson'а мощность повышается до 7—8 лош. сил. и для International'а до 9,2 лош. сил. Применение дополнительно уширителей ободьев увеличивало тяговую мощность Fordson'а до 11 лош. сил.

6. Результаты тяговых испытаний особо подчеркивают недостатки оборудования и ненадежность устройства колесного хода при работах на мягких и слабых почвах Западного края. Некоторые ориентировочные подсчеты и анализ напряжений в элементах лопатки указывают помимо общей слабости конструкции на несоответствие в основных размерах лопатки International и выясняют причины ненадежности колесного хода Fordson'а и причины выворачивания пластов лопаткою трактора International.

Стараясь по возможности в построении методики испытаний исключать все, что может исходить из эмпиризма и не имея в то же время достаточно разработанных теоретических обоснований в изучении технологических процессов в почве, вполне естественно, в изложении пришлось затронуть ряд вопросов теоретического характера определяющих в своем построении основу сущности работы орудий мотокультуры. Приведенный нами теоретический материал в изучении работы колесного хода и имел в виду наметить быть может в первом приближении пути некоторых таких построений.

К сожалению, ни об'ем работы, ни наши возможности не позволили нам углубиться в исследование работы колесного хода, этого основного вопроса мотокультуры. Мы смогли лишь слегка коснуться работы шпорового устройства и провести несколько примеров теоретических построений и особо оттенить значение в подобных исследованиях научно поставленного и научно обоснованного эксперимента. Для получения же более детального материала, для более определенных построений безусловно необходимы более сложные по установке,— однако мы, все же, надеемся, что ряд приведенных примеров в достаточной мере подчеркивают необходимость и практитическую пользу подобного рода исследований.

Проф. С. И. Яржемский.

Prüfungsresultate der Traktoren „Fordson“ und „Jnternational“ 10—20.
Zusammenfassung.

Bei der Zusamenfassung der Prüfungs=Beobachtungsendresultate der Traktoren bei der Arbeit ist folgendes zu vermerken:

1. Eine womöglich überflüssige Vereinfachung der Motorkonstruktion und seiner Instandsetzung beim Traktor Fordson, die sowol von Arbeitsunzuverlässigkeit der Materials, als auch von Capricen des Motors, besonders beim Ingangsetzen (Anzünden, Regulierung), begleitet wird. Die Vereinfachung in der Konstruktion des Eguipagenteils, der auf rahmenloser Konstruktion beruht, wurde von einer geringeren Zuverlässigkeit, im Sinne der Widerstandsfähigkeit, begleitet.

Als Beispiele wurden früher Resultate einiger Brüche und mechanischer Analyse der diese Zerstörungen hervorgerufenen Ursachen angeführt. Ein unnützes Sichhinreissenlassen von der Praxis des modernen Automobilismus meldete sich besonders bei der Konstruktion Fords.

2. Man muss eine grössere Zuverlässigkeit in der Konstruktion des Traktors „International“, eine grössere Dauerhaftigkeit seiner Konstruktion (Rahmenkonstruktion, grösserer Widerstansfähigkeitsmoment) und eine grössere Zuverlässigkeit im Sinne der Konstruktion und der Jnstandsetzung des Motors hervorheben. Die Anwesenheit einer automatischen Regulierung und ein Anzünden vom Magnetto hohen Intensität unterscheiden ihn vorteilhaft von „Fordson“.

3. Die Resultate der Bremsprüfung erwiesen etwas verschiedene für beide Maschinen Greuzen der Bremskraft. Eine zuverlässigere Konstruktion der Motoren „International“ und etwas grössere Cylinderdimensionen des Motors (108 × 127 m|m) wurden auch von einer etwas grösseren Mächtigkeit begleitet.

So ergaben sich bei normalen Umdrehungen der Bremslaufrolle auf der Bremse:

für „Fordson“ bei 1000 Umdrehungen in 1 Minute 19,6 Pferdekrafte,
für „Jnternational“ bei 645 Umdrehungen in 1 Minute 23 Pferdekräfte.

Es ist sehr charakteristisch, dass das Kraftmaximum für „Jnternational“ (645 Umdrehungen der Bremslaufrolle—1000 Umdrehungen des Motors) zu derselben Zeit, was Kraft anbetrifft, auch ökonomisch am meisten rentabel erschein ($\eta_1 = 19\%$; $\eta_2 = 16{,}8\%$) Bei normalen Umdrehungen des „Fordson“ sinkt η und der Heizmaterialverbrauch erscheint als ein

fast um 11% erhöhter, im Vergleich mit normalem Verbrauch. Ökonomisch am meisten rentabel erweist sich eine Mächtigkeit von 16,6 Pferdekräften bei $\eta = 16,7\%$. Die Abwesenheit einer automatischen Regulierung beim Motor „Fordson“ äusserte sich sehr schaft in der Arbeit.

4. Die Bedingungen der lockeren und in ihrer Strukturlosen Böden Weissrusslands, Böden mit verhältnismässig schwachem Widerstandsvermögen in Bezug auf die mechanische Gegenwirkung, haben die Erforschung der Arbeit und des Zuverlässigkeitsgrades in der Verbindung des Räderganges an einen besonderen Platz gestellt. Durch Anwendung des Erdbohrers des Prof. G. F. Doiarenko und durch Bearbeitung der Resultate mit Hilfe der piknometrischen Methode ist es gelungen, die Veränderungsgrösse im Charakter der Porosität und Aëration nach dem Passieren der Gangrader zu erhaschen und auf den Anflockerungsgrad des Bodens durch die Einwirkung der Räderkonstruktion „Fordson‘s“ und auf den Verstampfungsgrad durch die Räder des Traktors „International“ numerisch hinzuweisen. Diese Verstampfung ist inder Tag sehr unbedentend und übertrifft der Zahlenbedeutung nach nicht den Effekt des Druckes der Pferdehufe.

5. Das Vermessen der Zugkraft am Kuppelungshaken, das bei einigen in der Struktur und im Bestande der weissrussischen Bodenarten möglichen Variationen ausgeführt wurde, ergab für leichte sandige Lehmerde eine sehr geringe Grösse, die in besonders ungünstigen Fällen im Ganzen bis auf 20% Hemm-Pferdekräfte (numerisch bis auf 4--5 Pferdekräfte) fiel. Für kompaktere Erdschichten (mit Sand vermischter Brachacker, trocken gelegtes Moor) steigt der Effekt für „Fordson“ bis zu 7—8 Pferdekräften und für „International“ bis zu 9,2 Pferdekräften. Eine nachträgliche Anwendung des Radkranzbreitermacher erhöhte die Zugkraft „Fordson‘s“ bis zu 11 Pferdekräften.

6. Die Zugprüfungsresultate haben besonders die Mängel der Instandsetzung und die Unzuverlässigkeit der Rädergangkonstruktion bei Arbeiten auf den weichen und losen Bodenarten Westrusslands hervor. Einige Orientierungsberechnungen und die Analyse der Intensität in den Schaufelelementen weisen ausser der allgemeinen Konstruktionsschwäche auf die Nichtübereinstimmung in den Hauptdimensionen der Schaufel des Traktors „International“ hin, verdeutlichen uns die Ursachen der Unzuverlässigkeit des Räderganges „Fordson“ und die des Herauskehrens der Erdschichten durch die Schaufel des Traktors „International“.

Indem wir im Aufbau der Pfüfungsmethodik bemüht waren nach Möglichkeit alles, was aus dem Empirismus entspringen könnte, auszuschliessen, und da wir keine genügend ausgearbeiteten theoretischen Begründungen bei der Erforschung der technologischen Prozesse im Boden hatten, so mussten wir ganz natürlich in der Auseinandersetzung eine Reihe von Fragen theoretischen Charakters, die in ihrem Aufbau das Hauptwesen der Arbeit der Motokulturgeräte bestimmen,—berühren. Das von uns angeführte theoretische Material zur Erforschung der Rädergangarbeit beabsich-

tigte vielleicht nur annähernd die Wege einiger solcher Konstruktionen anzumerken.

Leider haben uns sowohl der Umfang der Arbeit, als auch unsere Möglichkeiten nicht erlaubt, uns in die Erforschung der Rädergangarbeit, dieser Hauptfrage der Motokultur, zu vertiefen. Wir konnten nur oberflächlich die Arbeit der Sporenkonstruktion erwähnen, einige Beispiele theoretischer Konstruktionen anführen und die Bedeutung für ähnliche Untersuchungen eines wissenschaftlich bestellten und wissenschaftlich begründeten Experiments besonders darstellen. Um aber eingehenderes wissenschaftlich-experimentales Material zu erhalten, um bestimmtere Konstruktionen auszuführen, sind solidere und kompliziertere Festsetzungen unbedingt notwendig. Ich aber gebe mich der Hoffnung hin, dass die Reihe der hier angeführten Beispiele die Notwendigkeit und den praktischen Nutzen ähnlicher Untersuchungen und die Bedeutung in ähnlichen Untersuchungen eines wissenschaftlichen Experiments hinlänglich hervorheben.

Prof. S. J. Jarshemsky.

Minsk.
Versuchsstation für landwirtschaftliche
Maschinen und Geräte.





Записки

Белорусского Государственно…

Сельского и Лесного Хозяйства

выходят выпусками, по мере накопления материала и содержат в себе как оффициальную часть (отчеты по преподаванию, учебные программы, отчеты хозяйственные и проч.), так и неоффициальную (научные работы сотрудников по всем вопросам агрономии и лесоводства, а равно и наук, с ними соприкасающихся).

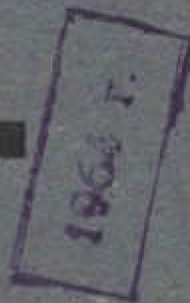
„Записки" обмениваются на издания ученых, правительственных и общественных учреждений, а также поступают в продажу по цене, указанной на обложке выпуска.

Адрес редакции и склад издания:

МИНСК, Институт Сельского и Лесного Хозяйства.

Главный редактор *проф. И. И. Калугин.*

Соредакторы: *проф. А. Т. Кирсанов.*
проф. Г. Н. Высоцкий.





Смолгублит 1344. Смоленск, тип. Упрснабзапа, заказ № 960. Тираж 300 экз.